

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

**Інститут природокористування
Кафедра відкритих гірничих робіт**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломної роботи
магістра**

Галузь знань – **18 Виробництво та технології**

Спеціальність – **184 «Гірництво»**

Освітній рівень – **магістр**

Кваліфікація – **2147.2 «Інженер з гірничих робіт»**

на тему: **«Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах кар'єрів
ВГМК»**

Виконавець: _____ *О.Ю. Стьопіна.*
(підпис)

	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Керівник:	<i>Пчолкін Г.Д.</i>		
Консультанти:			
Спеціальна частина			
Охорона праці			
Рецензент	<i>Духалін С.Ю..</i>		
Нормоконтролер	<i>Пчолкін Г.Д.</i>		

**Дніпро
2019**

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри відкри-
тих гірничих робіт

_____ Б.Ю. Собко

«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістр

студенту _____ Стьопіни О.Ю. академічної групи 184м-18з-8

спеціальності _____ 184 «Гірництво»

спеціалізація: _____ «Відкрита розробка родовищ»

на тему: «Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах кар'єрів ВГМК»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
_____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	Стан питання та обґрунтування задач і методів дослідження	15.10.2019-30.10.2019
2.	Дослідження та вибір селективної технології видобутку	30.10.2019-11.11.2019
3.	Дослідження параметрів селективної технології видобутку в умовах ВГМК	11.11.2019-30.11.2019
4.	Апробація отриманих параметрів технологічних схем селективного видобутку	30.11.2019-10.12.2019

Завдання видано _____

Пчолкін Г.Д.

Дата видачі: _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____

Стьопіна О.Ю.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 14 рис., 19 табл., 3 додатки, 11 джерел.

Об'єкт досліджень: Видобувні роботи на кар'єрі №7 Малишевського родовища руд рідкоземельних металів.

Предмет досліджень: технологічні схеми селективного видобутку рудних пісків колісними навантажувачами та їх параметри.

Мета роботи: обґрунтування параметрів селективної технології видобутку рудних пісків, з застосуванням колісних навантажувачів, для контролю якості рудних пісків та підвищення продуктивності гідромоніторів.

В дослідницькій частині дипломного проекту проведена оцінка можливості застосування селективної технології видобутку в умовах Вільногірського ГМК.

Наукова новизна проведених досліджень полягає у:

- обґрунтування параметрів селективної технології видобутку рудних пісків з врахуванням їх мінералогічного складу вздовж фронту видобувних робіт.

- встановленні залежності питомої витрати води на розмив 1 м³ рудного піску від його питомої ваги.

- встановленні залежності годинної продуктивності гідромонітору від масової долі важких металів в рудному піски.

Практична цінність результатів досліджень полягає у розробці:

- можливості контролю та регулювання вісту важких металів в руді, яка транспортується на збагачувальну фабрику, тим самим зменшуючи можливість втрат корисних компонентів при збагаченні.

- рекомендацій, що до параметрів технологічної схеми селективного видобутку рудних пісків для умов ділянки «Північ» кар'єру №7 ВГМК.

Ключові слова: рудні піски, колісний навантажувач, гідромонітор, селективна технологія видобутку, витрати води, мінералогічний склад, геолого-технологічна карта.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАДАЧ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Геологічна та гідрогеологічна характеристика Малишевського родовища руд рідкоземельних металів.	8
1.2. Загальні відомості про кар'єр ВГМК.....	12
1.3. Аналіз сучасного стану технології видобутку рідкоземельних металів на розсипних родовищах.	15
1.4. Ціль, задачі та методи дослідження.	17
Висновки	18
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР СЕЛЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ ТИТАНОВИХ РУД	19
2.1. Вибір селективної технології видобутку титанових руд	19
2.2. Розрахунок продуктивності гірничо-транспортного обладнання.....	22
2.3. Оцінка ефективного застосування колісних навантажувачів для селективної технології видобутку в умовах ВГМК.....	29
Висновки	33
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕЛЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ В УМОВАХ ВГМК.....	34
3.1. Аналіз мінералогічного складу рудних пісків на ділянці «Північ» ВГМК.....	34
3.2. Вибір технологічних схем роботи колісного навантажувача при селектив- ній виїмці руд.....	36
3.3. Обґрунтування параметрів технологічної схеми роботи гідромонітору.....	41
3.3.1. Вплив мінералогічного складу рудних пісків на продуктивність гідро- монітору.....	42

3.3.2 Розрахунок параметрів технологічної схеми роботи гідромонітору в умовах ВГМК.....	47
Висновки	54
РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ ОТРИМАНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ СЕЛЕКТИВНОГО ВИДОБУТКУ.....	55
4.1. Економічна оцінка запропонованого способу видобутку.....	55
4.2. Розробка рекомендацій при застосуванні селективної технології видобутку рудних пісків в умовах ВГМК.....	55
ВИСНОВКИ.....	58
Список літератури.	59
Додаток А	60
Додаток Б	67
Додаток В	68

ВСТУП

В Україні дуже велика мінерально-сировинна база титанової і цирконієвої сировини. Її основу складають рутил-циркон-ільменітові розсіпні родовища. Розробку цих родовищ виконують такі підприємства як: Вільногірський ГМК, Іршанський ГЗК і Мотронівський ГЗК.

В реаліях сьогодення, важливим фактором конкуренто спроможності українських підприємств з видобутку рідкоземельних металів, є якість та собівартість сировини. Тому підвищення якості рудного концентрату та зниження витрат на видобуток руди являються актуальними питаннями.

Якість та вміст корисного компоненту у руді, є дуже важливим при видобутку рідкоземельних металів. Одним із основних факторів який впливає на якість корисної копалини, є дотримання нормативу по їх розубоживанню. Тому важливим і актуальним на сьогодні є питання зниження відсотку розубожиння титан-цирконієвих руд при їх видобутку.

Рудні піски Малишевського родовища складаються в середньому на 20 % з мінералів глини. Тому метою дипломної роботи є обґрунтування параметрів селективної технології видобутку рудних пісків, з застосуванням колісних навантажувачів, для контролю якості рудних пісків та підвищення продуктивності гідромоніторів.

Для досягнення мети дипломної роботи, необхідно вирішити наступні задачі:

- оцінити ефективність застосування селективної технології видобутку рудних пісків колісними навантажувачами в умовах ВГМК;
- визначити параметри технології селективного видобутку рудних пісків в умовах ВГМК;
- встановити продуктивність гідромонітору при розмиві рудних пісків з різним вмістом важких металів;
- обґрунтування рекомендацій при застосуванні селективної технології видобутку для умов ВГМК.

Наукова новизна проведених досліджень полягає у:

- обґрунтування параметрів селективної технології видобутку рудних пісків з врахуванням їх мінералогічного складу вздовж фронту видобувних робіт.

- встановленні залежності питомої витрати води на розмив 1 м^3 рудного піску від його питомої ваги.

- встановленні залежності годинної продуктивності гідромонітору від масової долі важких металів в рудному піски.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАДАЧ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Геологічна та гідрогеологічна характеристика Малишевського родовища руд рідкоземельних металів

Район Малишевського родовища в геоструктурному відношенні розташований на північному схилі центральній Придніпровської частини Українського кристалічного масиву.

На південь від родовища, в північно-західному напрямку, проходить смуга найбільш високого залягання кристалічного фундаменту, що досягає абсолютних відміток 220-240 метрів над рівнем моря. У північно-східному напрямку від цієї гряди спостерігається поступовий спад кристалічного фундаменту до Дніпрово-Донецької западини. Так, вже в районі родовища кристалічні породи залягають на глибині 80 - 160 метрів на абсолютних позначках 40 - 60 метрів, а в районі р. Дніпро, в 25 км на північний схід від родовища піднімаються до абсолютної позначки 90 метрів над рівнем моря.

Кристалічні породи району родовища представлені складним комплексом порід метаморфічного ряду, що складають Верховцевську і Сурську групу магнітних аномалій.

Верхня частина кристалічних порід вивітрена і представлена корою вивітрювання різного мінералогічного складу.

Потужність кори вивітрювання (каолінів) коливається від декількох до 50 - 100 метрів.

На розмитій поверхні кори вивітрювання або ж безпосередньо на кристалічних породах залягають осадові відкладення третинного і четвертинного віку.

Найбільш древніми осадовими відкладеннями є відкладення бучакського ярусу палеогену. Вони мають обмежене поширення і зустрічаються тільки в депресіях кристалічного ложа, пов'язаних з стародавніми долинами похованих річок.

Відкладення бучакського ярусу представлені різнозернистими вуглистими пісками, вуглистими глинами, бурим вугіллям і вторинним каоліном.

На відкладеннях бучакського ярусу залягають морські відкладення київського ярусу. Вони так само мають обмежене поширення, але на більш широкій площі, ніж бучакського відкладення. Представлені вони глауконіти-кварцовими пісками, глинами і трепеловідними породами.

На відкладеннях київського ярусу, або безпосередньо на кристалічних породах залягають відкладення харківського ярусу, представлені глауконітовими пісками, що мають суцільне поширення в районі родовища.

З початком регресії олігоценового моря пов'язані відкладення дрібно і тонкозернистих пісків полтавської серії, що мають суцільне поширення в районі родовища. Піски полтавської серії на родовищі перекриваються дрібнозернистими кварцовими пісками сарматського ярусу, з якими пов'язано основне оруднення родовища. Потужність полтавських і сарматських пісків досить витримана і в середньому становить по 20 метрів.

Сарматські піски перекриваються строкатими сарматськими глинами, четвертинними зеленувато-сірими і червоно-бурими глинами, червоно - бурими і жовтими лісовидними суглинками. Потужність глини і суглинків коливається від декількох до 50 метрів, в залежності від рельєфу.

Потужність продуктивних рудних пісків сарматського ярусу коливається від 2 до 20 метрів.

Основна частина запасів рудних пісків приурочена до трьох стрічкообразних, паралельних між собою покладів в сарматському горизонті: I і II Середньої і Південної. Поклади мають ширину від 150 - 200 (I Середня) до 400 - 650 метрів (II Середня та Південна), які розділені між собою безрудними зонами, шириною 100 - 300 метрів. По простирання рудні поклади розчленовані повністю або частково старадавньо-четвертинними балочними розмивами, які знищили (вимили) близько 20% початково утворених запасів розсипів родовища.

Потужність промислового пласта пісків в зоні відпрацювання становить:
I Середні поклади - 9,7 м,

II Середні поклади - 16,1 м,

Південні поклади - 14.6 м.

Середня потужність (геологічна) розкривних порід по I Середнім покладам 43,9 м, II Середнім покладам - 33,5 м, Південним покладам – 42,9 м.

Об'ємна маса порід розкриву коливається від 1,54 (палево-жовті лесовидні суглинки) до 2,05 (глина зеленувато-сіра сарматського ярусу), середня - 1,90; рудних пісків в сирому вигляді - 2,0 т / м³, в перерахунку на суху масу - 1,86 т / м³.

Коефіцієнт розпушення: суглинки лесовидні - 1,20; суглинки бурі - 1.23; суглинки червоно-бурі - 1,27; глина червоно-бура і зеленувато-сіра - 1,30-1,35; піски рудні -1,15.

Рудні піски складаються з кварцу (45-90%, в середньому 75%), мінералів глини (5-50%. В середньому 20%) і різних важких рудних мінералів (кількістю 1-30% в середньому 5-6%, з питомою вагою > 2,9 т / м³): лейкоксенізованого ільменіту, лейкоксена, рутилу, циркону, дистен-силліманіту, ставроліту, турмаліну, хроміту.

Основними мінералами, що мають промислову цінність, є ільменіт, рутил, циркон, в незначних кількостях витягуються дистен-силіманіт, ставроліт, а з легкої фракції кварц, як формувальне, скляна і будівельна сировина.

Гірничотехнічні умови експлуатації родовища є сприятливими для відпрацювання відкритим способом покладів сарматського ярусу.

Рудні піски і породи розкриву за складністю екскавації відносяться до I-IV категорій, піддаються прямій екскавації, без попереднього розпушування. Попереднє розпушування потрібно тільки в зимовий період на промерзаючих поверхнях і схилах видобувних уступів.

Гідрогеологічні умови родовища

Гідрогеологічні умови в кар'єрі № 7 сприятливі для його відпрацювання відкритим способом і представлені наявністю трьох водоносних горизонтів:

- 1.В піщано-глинистих алювіальних відкладеннях долин балок.
- 2.В четвертинних суглинках.

3.В пісках полтавської серії і нижньої частини сарматського горизонту.

Гідрогеологічні умови відпрацювання покладів сарматського ярусу родовища відкритим способом є сприятливими, рівень підземних вод знаходиться нижче горизонту дна кар'єра.

Водоприток формуються за рахунок атмосферних опадів, що випадають на площі кар'єра. Амплітуда коливання рівня ґрунтових вод у весняно-літній та осінньо-зимовий період незначна і становить 0,3 м. Водоприток атмосферних опадів становить 16 м³ / год.

Хімічний склад кар'єрних вод відповідає хімічному складом атмосферних опадів.

Притоки підземних вод не роблять негативного впливу на розробку рудних пісків сарматського ярусу.

Водоносний горизонт в піщано-глинистих алювіальних відкладеннях долин балок має обмежене поширення, так як ці відкладення займають до 5% всієї площі ділянки. Даний горизонт виходить на поверхню у вигляді джерел і біля підніжжя схилів балок. Рівень води має вільний характер і знаходиться на глибині близько 2 метрів від поверхні. Дебіт джерел цього горизонту змінюється від сотих часток до 1,5 л / сек. Даний горизонт не має істотного впливу на водоприток в кар'єр.

Ґрунтові води в четвертинних суглинках поширені повсюдно, за винятком долин балок, де суглинки розмиті. Водопором даного горизонту служать червоно-бурі глини на плато і строкаті глини на схилах балок. Потужність водонасичених порід змінюється від 10 до 30 метрів. У колодязях, що розкрила даний горизонт, стовп води не перевищує 2-3-х метрів. Дебіт їх змінюється від 0,016 до 0,26 л / сек. Коефіцієнт фільтрації становить 0,027-0,35 м / добу.

При експлуатації родовища, головний негативний вплив даного горизонту полягає в налипанні і намерзанні зволжених глинистих порід в робочих органах екскаваторів, конвеєрах, кузовів автосамоскидів і т.д. Крім того, зни-

жується до 11° результуючий кут внутрішніх відвалів, що укладаються в вироблений простір. У бортах кар'єрів цей водоносний горизонт викликає утворення зсувів.

Водоносний горизонт в пісках полтавської серії поширений повсюдно і в окремих зонах захоплює незначну (до 1,0 м) частина рудних пісків сарматського ярусу. Глибина залягання водоносного горизонту, в залежності від рельєфу місцевості, коливається від 16,5 до 72,0 метрів, в абсолютних позначках - від +86 до +92 метрів, при зниженні рівня від заходу до сходу родовища.

Абсолютна відмітка підосви відпрацювання руди коливається від +91 до +105 м, тобто підосва кар'єра знаходиться вище абсолютної позначки водоносного горизонту. Амплітуда коливання рівня ґрунтових вод у весняно-літній та осінньо-зимовий періоди незначна і становить до 0,3 метра. Коефіцієнт фільтрації поданням пробних відкачок становить 1,7 - 3,05 м / добу.

У зв'язку з тим, що відпрацювання рудних пісків в підосві проводиться вище рівня ґрунтових вод полтавського водоносного горизонту, засмічення його не відбувається, тому не передбачені заходи по спостереженню за зміною якості даного водоносного горизонту.

У формуванні обводнення внутрішньокар'єрного простору беруть участь, головним чином, атмосферні опади (зливові та талі води), а також в породах розкриву, в суглинках над червоно-бурими глинами, наявність малорясного водоносного горизонту - «верховодки».

В робочу зону кар'єра і на відвали надходять поверхневі води від дощів і сніготанення, що негативно впливає на ритмічність роботи гірничо-транспортного встаткування.

1.2. Загальні відомості о кар'єрах ВГМК

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат виконує розробку Східної ділянки Малишевського родовища відкритим способом.

Запаси руди на Східній ділянці Малишевського родовища зосереджені в трьох паралельних покладах: I Середній поклад, II Середній поклад і Південний поклад.

Згідно з календарним планом відпрацювання запасів Східної ділянки плановий обсяг видобутку рудних пісків на 2019 рік становить 4,0 млн.м³. За розкритом плановий обсяг дорівнює 15,07 млн. м³. Середньорічний плановий коефіцієнт розкриття становить 3.76 м³ / м³. Проектна глибина кар'єру варіює від 18 до 62 м.

Відпрацювання Східного ділянки родовища проводиться кар'єром № 7, з протяжністю фронту гірничих робіт 1900 м.

Кар'єр має центральне розкриття, тобто розрізна траншея проходила по центру кар'єрного поля по безрудних міжпокладній зоні, між II Середнім і Південним покладами, що має ширину близько 250 метрів. Центральне розкриття є оптимальним, забезпечує видобувні роботи на двох ділянках кар'єра № 7: «Північ» і «Південь».

На ділянці «Північ» проводиться відпрацювання I Середнього і II Середнього покладів, з протяжністю фронту гірничих робіт 1100 метрів по денній поверхні. На ділянці «Південь» відпрацьовується Південний поклад, з протяжністю фронту гірничих робіт 800 метрів.

Через наявність великих балок, потужність порід розкриття коливається від 3,0 до 56,0 метрів, складаючи в середньому 35,2 м, в тому числі на ділянці «Північ» - 31,5 м, на ділянці «Південь» - 42,5 м. Нижчі позначки тальвегом балок - 100 - 110 м, позначки вододілів - 160 - 165 м. Тому поточний коефіцієнт розкриття може змінюватися в межах від 0,5 до 5,0 м³ / м³.

Видобувні роботи

На ділянці «Північ» видобувні роботи проводяться на I і II Середніх покладах трьома екскаваторами ЕШ-10/50 і одним екскаватором ЕШ-6/45. Екскаватори, розташовуючись на покрівлі рудного уступу, виконують розробку рудних покладів з нижнім черпанням, з безпосередньою навантаженням рудних

пісків в автомобілі БелАЗ-7548 (в/п 45 т і BELL B60E (в/п 55 т). Автосамоскидами рудні піски транспортуються на рудний склад пересувної пульпонасосної станції (І черга), що знаходиться в південному торці ділянки «Північ» на позначці покрівлі рудного уступу. Далі, шляхом гідромоніторного розмиву (ГМД- 250), пульпа, що утворюється ґрунтовими насосами, по пульповоду подається на збагачувальну фабрику.

На ділянці «Південь» видобувні роботи проводяться на Південному покладі екскаваторами ЕШ-6/45 і ЕШ-10/50. Екскаватори, розташовуючись на покрівлі рудного уступу, виконують розробку рудних покладів нижнім черпанням, з безпосереднім навантаженням рудних пісків в автосамоскиди. Автосамоскидами рудні піски транспортуються на рудний склад пересувної пульпонасосної станції (ІІ черга), що знаходиться в північному торці ділянки «Південь» на позначці покрівлі рудного уступу. Далі, шляхом гідромоніторного розмиву утворюється пульпа, вона ґрунтовими насосами по пульповоду подається на збагачувальну фабрику.

Допоміжні роботи виконуються бульдозерами CAT-D8R і CAT-D7R.

Відповідно до гірського обладнання, що використовується, а також з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, що розробляються і досвіду експлуатації кар'єра передбачаються наступні параметри системи розробки:

Висота уступу, що відпрацьовує роторний екскаватор КУ-800 не повинна перевищувати 30 м, а екскаватор ЕРШР-1600-40/7 - 40 м.

Висота уступів в глинах, які відпрацьовуються екскаваторах, і ЕКГ-10, і ЕКГ-8И - 12 м.

Робочий кут укосу - 60 °.

Видобувний уступ відпрацьовується драглайнами ЕШ-6/45 і ЕШ-10/50 на повну потужність пласта корисної копалини.

Робочий кут укосу рудних пісків, які відпрацьовуються драглайнами- 40°.

Мінімальна ширина робочого майданчика для видобувних екскаваторів ЕШ-6/45 і ЕШ- 10/50 складає 26 м.

Середньорічне посування гірничих робіт становить 250 - 300 м, а при переході через балки досягає 400 - 450 метрів.

Довжина видобувного фронту на ділянці «Північ» становить 750 - 800 м, а на ділянці «Південь» - 400 - 450 м.

Відповідно до «Норм технологічного проектування гірничорудних підприємств кольорової металургії відкритим способом розробки» на Вільногірському комбінаті прийнятий наступний режим роботи кар'єру:

- при видобутку рудних пісків і на розкривних роботах, вироблених одноковшовими екскаваторами - цілорічний з безперервною робочим тижнем, кількість робочих днів у році - 360, добовий режим - дві зміни тривалістю 12 годин, відповідно до режиму роботи збагачувальної фабрики;

- при проведенні розкривних робіт роторними комплексами - 280-300 робочих днів у році, добовий режим - дві зміни тривалістю 12 годин.

Роботи по зняттю і нанесення родючого шару ґрунту ведуться тільки в теплу пору року з плюсовою середньодобовою температурою

1.3. Аналіз сучасного стану технології видобутку рідкоземельних металів на розсипних родовищах

Питанням селективної розробки родовищ корисних копалин займалися такі вчені як: М.Г. Новожилов, Г.Я. Корсунський, І.Л. Гуменик, Г.Д. Пчолкін, Б.Ю. Собко, Ю.Д. Баранов та інші.

Так в роботі [2] автором були проведені дослідження з обґрунтування технології відкритої розробки розсипних титано-цирконієвих родовищ України, а саме в умовах Вільногірського ВГМК. При дослідженні була розглянута технологія селективної виїмки руд за допомогою колісних навантажувачів, та подальшим транспортуванням руди до гідромоніторного вибою. Основними факторами селективного видобутку стали геолого-технологічні дослідження мінералогічного складу рудних пісків. Так в роботі запропоновано видобувати рудні піски блоками по мінералогічному складу, для отримання того чи іншого

корисного компонента в необхідній концентрації. Однак в роботі не були враховані параметри гідромоніторного вибою, та сам процес розмиву який супроводжується змішуванням рудних пісків від різних блоків.

В роботі [3] автором була запропонована селективно-валова технологія видобутку, при розробці розсипних титано-цирконієвих родовищ. Вона полягає в селективному видобутку рудних пісків екскаваторами драглайнами з подальшим їх складуванням у вали з різним мінералогічним складом. Далі розробка валів ведеться колісними навантажувачами з транспортуванням рудних пісків до гідромонітору. Так як і в [2] роботі автор велику увагу приділяє мінералогічному складу рудного пласта. Однак в роботі не враховуються різна питома вага рудних пісках та її вплив на продуктивність гідромонітору при їх розмиві.

Одне з важливих питань при селективному видобутку руди є управління її якістю, так в роботах М.Г. Новожилова, Я.Ш. Ройзена, А.М. Ерперта, А.Н. Мельникова, В.Н. Беспалько, Б.Н. Баньковського розглядалися питання управління якістю марганцевої і залізної руди і були розроблені теоретичні основи і практичні рекомендації з усереднення і поділу рудопотоків гірничих підприємств з використанням автотранспорту, рудних складів і бункерів-накопичувачів [4]. Так для умов Марганцевих підприємств Нікопольського басейну запропоновані схеми формування роздільно-накопичувальних складів руди із використанням автотранспорту. Для умов розробки Горішнє-Плавненького і Лавриківського родовищ Полтавського ГЗК запропоновані схеми оперативного управління автотранспортом при видобутку руди з різними якісними і технологічними властивостями, що дозволило розділити руди за збагачувальними властивостям і отримати приріст виходу залізорудного концентрату до 3-5%. Автори показали, що необхідною умовою ефективної роботи гірничих підприємств є дотримання принципів поділу і спеціалізацій кар'єрних рудопотоків. При цьому важлива роль належить внутрішньокар'єрному транспорту.

Важливу роль у визначенні мінералогічного складу руди в пласті відіграють геоінформаційні системи моделювання рудних тіл. Так в роботі [2] були

розроблені 3D моделі рудного пласта Малишевського родовища за допомогою комп'ютерних програм. Це дозволило автору створити геолого-технологічну карту мінералогічного складу рудних пісків. Данні дослідження дуже важливі при проектуванні селективної технології видобутку. Для подальших досліджень будемо використовувати данні отримані в роботі [2].

В роботі [5] розглядались питання гідромеханізованої розробки розсипних родовищ, що включають підготовку гірничих порід до розмиву, їхнє руйнування та гідротранспортування. Автором створені теоретичні й практичні рішення ефективної розробки гірських порід із застосуванням гідромеханізації.

1.4. Ціль, задачі та методи дослідження

Мета дослідження: обґрунтування параметрів селективної технології видобутку рудних пісків, з застосуванням колісних навантажувачів, для контролю якості рудних пісків та підвищення продуктивності гідромоніторів.

Задачі дослідження:

- оцінити ефективність застосування селективної технології видобутку рудних пісків колісними навантажувачами в умовах ВГМК;
- визначити параметри технології селективного видобутку рудних пісків в умовах ВГМК;
- встановити продуктивність гідромонітору при розмиві рудних пісків зрізним мінералогічним складом;
- обґрунтування рекомендацій при застосуванні селективної технології видобутку для умов ВГМК.

Методи дослідження: Для розгляду поставлених завдань використовувалися: методи наукового аналізу, теоретичних досліджень і практики проектних і виробничих організацій; гірничо-геометричні розрахунки; метод варіантів для порівняння і вибору технології видобутку.

Висновки.

На основі проведеного аналізу встановлено:

1. Породами які видобуваються на кар'єрі №7 ВГМК, є циркон-рутил-ільмінітові руди. Вони представлені пластом рудних пісків, з середньою потужністю 10 м.
2. Що в результаті попередніх дослідження, були запропоновані схеми селективно-валової технології видобутку, але вони не враховували продуктивність гідромоніторів при різному мінералогічному складі рудних пісків.
3. Застосування селективної технології видобутку можливе в умовах ВГМК, але потребує додаткового дослідження з врахуванням продуктивності гідромонітору.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР СЕЛЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ ТИТАНОВИХ РУД

2.1. Вибір селективної технології видобутку титанових руд

На відкритих гірничих роботах селективний видобуток корисної копалини виконується за допомогою різних способів ведення виймально-навантажувальних робіт. Найчастіше використовують два способи селективного видобутку: простий та складний. Простий являє собою відокремлене навантаження різних типів сортів руди і гірничої породи вздовж уступу, без сортування у вертикальній площині. Простий роздільний видобуток здійснюється вузькими заходками, нормальними заходками та вибірковим способом, коли спочатку розробляються рудні ділянки, а потім породні ділянки. Складний селективний видобуток полягає в екскаваторному сортуванні по висоті уступу, яке виконується різними прийомами: роздільним навантаженням, сортуванням руд по фракціям, керованим обваленням, комбінованим навантаженням. Роздільне навантаження застосовується на тих ділянках вибою, де руда і порода мають чіткі межі. Також, можливі варіанти обвалення порожніх гірських порід для послідуєчого навантаження їх в автосамоскиди і транспортування у відвали.

Внутрішнє сортування у вибої здійснюється на ділянках, де є можливість виймки руди по сортах з розміщенням її на заздалегідь підготовлених привибійних майданчиках, для подальшого навантаження в транспортні засоби. У вибоях, розділених по висоті на рудну і безрудну зони, застосовують вертикальну екскаваторну селективну виймку. Зони відпрацьовуються в певному порядку з роздільним навантаженням руди і породи. Горизонтальна екскаваторна селективна розробка виконується в забоях з чітко виділеними рудними і безрудними ділянками по фронту уступу. Виймка ділянок проводиться поперечними або поздовжніми екскаваторними заходками змінної ширини відповідно до конфігурації і параметрів ділянок.

Селективна розробка екскаваторами безперервної дії здійснюється поперечним відпрацюванням різних ділянок вибою, або валовим відпрацюванням з поділом корисних копалин і гірської породи при навантаженні в транспортні засоби за допомогою спеціальних перевантажувальних пристроїв.

На вітчизняних та ряді зарубіжних кар'єрів при селективній виїмці корисних копалин застосовується в основному автомобільний транспорт. У цьому випадку забезпечується гнучка організація процесів навантаження і доставки руд по сортам і різним типам, поліпшується можливість роздільної виїмки рудних включень невеликих розмірів і досягається реалізація проектів на вузьких майданчиках. Однак в останні роки за кордоном на процесах селективної виїмки і транспортування руди ефективно використовуються самохідні колісні навантажувачі. У зв'язку з цим при виборі технологічної схеми селективної виїмки і переміщення рудних пісків та глинистої породи, було розглянуто застосування схем з колісними навантажувачами за умови мінімальної зміни існуючих схем гірничих робіт (рис.2.1).

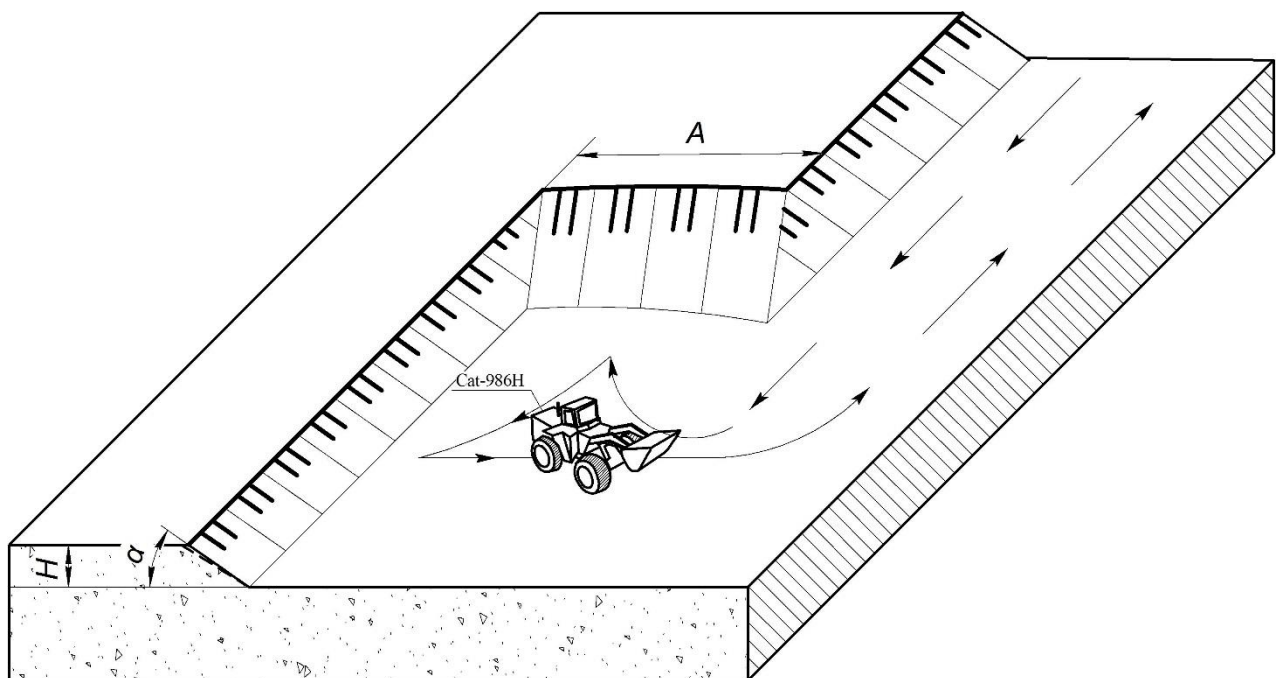


Рис.2.1. Схема роботи колісного навантажувача при видобутку рудних пісків

Вільногірський ГМК видобуває рудні піски застосовуючи транспорту технологію з використанням екскаваторів ЕШ-10/50 та безпосереднім розвантаженням рудних пісків в автосамоскиди, які транспортують їх до вибою гідромонітора. (рис.2.2.)

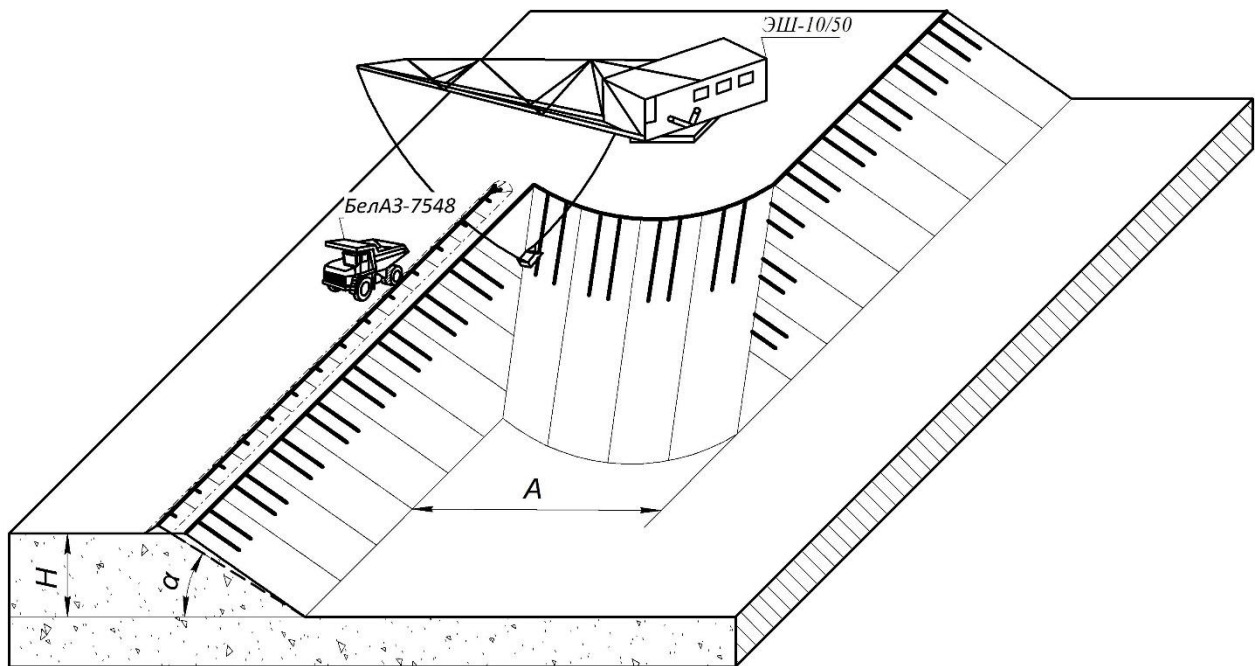


Рис.2.1. Схема роботи драглайну в комплексі з автосамоскидом при видобутку рудних пісків

Проаналізувавши селективну технологію видобутку, для умов ВГМК розглянемо технологію з застосуванням на видобувному горизонті колісних навантажувачів які будуть безпосередньо виймати рудні піски та транспортувати їх до вибою гідромонітора.

Так для подальших досліджень розглянемо два варіанти технологічних схем видобутку рудних пісків:

1. Технологія з застосуванням екскаваторів драглайнів ЕШ-10/50 з нижнім черпанням, та розвантаженням в автосамоскиди БелАЗ-7548, що розташовуються на рівні установки екскаватора.

2. Технологія з застосуванням колісних навантажувачів Caterpillar 990К, що екскавують та транспортують рудні піски до вибою гідромонітора.

2.2. Розрахунок продуктивності гірничого обладнання

Для вибору технології видобутку рудних пісків розрахуємо продуктивність гірничого обладнання для двох обраних варіантів.

Варіант 1.

Технологія з застосуванням екскаваторів драглайнів (рис.2.3) та розвантаженням в автосамоскиди, має декілька недоліків. Драглайн розрахований на роботу по безтранспортній системі роботи з безпосереднім розвантаженням у відвал, так при розвантаженні в автосамоскид виникають додаткові операції. Які збільшують час циклу екскаватора. Це необхідно врахувати при розрахунку продуктивності цього гірничого обладнання.

Технічна характеристика ЕШ-10/50 наведена в таблиці 2.1.



Рис.2.3. Драглайн ЕШ-10/50

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика екскаватору ЕШ-10/50

Параметри	
Місткість ковшу м ³	10,0

Продовження таблиці 2.1.

Довжина стріли, м	50
Кут нахилу стріли, град.	30
Підйомне зусилля, кН	500
Найбільша висота розвантаження, м	20,5
Найбільша глибина черпання, м	21
Радіус розвантаження, м	46,5
Ширина кузову, м	10
Ширина ходу, м	13,72
Висота кузову від поверхні землі, м	9,6
Швидкість руху, км/год	0,2
Середній тиск на ґрунт, кПа:	
- при роботі	82,84
- при пересуванні	133,2
Маса екскаватору, кг	688000

Визначимо годину продуктивність ЕШ-10/50 за формулою:

$$Q_{\text{е.год}} = \frac{3600 \cdot E \cdot k_n}{t_{\text{ц}} \cdot k_p} \cdot k_u, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.1)$$

де: k_n - коефіцієнт наповнення ковша, $k_n = 0,9$;

k_u - коефіцієнт використання в часі, при роботі з автотранспортом,

$k_u = 0,8$;

E - ємність ковша, м^3 , $E = 10 \text{ м}^3$;

k_p - коефіцієнт розпушення пісків в ковші, $k_p = 1,3$;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу, с.

При застосування технологічної схеми із використанням екскаваторів-драглайн та автосамоскидів, тривалість циклу складається із окремих дій, та визначається як їх сума:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{пер}} + t_{\text{вр}} + t_{\text{к}} + t_{\text{о}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{н}} + t_{\text{приц}} + t_{\text{нр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{нз}} + t_{\text{з}}, \text{с} \quad (2.2)$$

де : $t_{\text{вр}}$ – час врізання ковша у забій, с;

$t_{\text{к}}$ – час копання, с;

$t_{\text{о}}$ – час виводу ковша із забою, с;

$t_{\text{пр}}$ – час подачі ковша на розвантаження, с;

$t_{\text{п}}$ – час повороту на розвантаження, с;

$t_{\text{р}}$ – час розвантаження, с;

$t_{\text{пз}}$ – час повороту у забій, с;

$t_{\text{з}}$ – час закидання ковша, с;

$t_{\text{пер}}$ – час на переключення важелів, с;

$t_{\text{приц}}$ – час прицілювання ковша перед розвантаженням, с.

На підприємстві машиніст екскаватору виконує деякі дії одночасно. Переключення важелів виконується перед початком операції, але до закінчення попередньої. Також одночасно виконуються і такі дії як поворот екскаватора у забій та закидання ковша, поворот до автосамоскиду та подача на розвантаження.

З урахуванням виконання деяких дій одночасно переробимо формулу (2.2), та отримаємо:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{вр}} + t_{\text{к}} + t_{\text{п}} + t_{\text{приц}} + t_{\text{р}} + t_{\text{пз}}, \text{ с}, \quad (2.3)$$

Для визначення тривалості циклу було використано данні хронометражу проведеного в роботі [6]

$$t_{\text{ц}} = 2,92 + 7,91 + 10,83 + 2,2 + 7 + 11,63 = 42,49 \text{ с},$$

$$Q_{\text{е.год}} = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 0,9}{42,49 \cdot 1,3} \cdot 0,8 = 470 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Змінну продуктивність драглайна визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{е.зм}} = Q_{\text{е.год}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot k_{\text{т.в}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.4)$$

де: $T_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, годин, $T_{\text{зм}} = 12$ годин;

$k_{\text{т.в.}}$ - коефіцієнт технології виймання, $k_{\text{т.в.}} = 0,83$.

$$Q_{\text{е.зм}} = 470 \cdot 12 \cdot 0,83 = 4681 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Річна продуктивність екскаватора ЕШ-10/50 розраховується згідно формули:

$$Q_{e.рік} = Q_{e.зм} \cdot n_{зм} \cdot N_d, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.5)$$

де $n_{зм}$ - число повних робочих змін у добу, $n_{зм} = 2$ зміни;

N_d - число робочих днів у році, $N_d = 360$.

$$Q_{e.рік} = 4681 \cdot 2 \cdot 360 = 3370 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

Визначимо необхідну кількість драглайнів для виконання планового видобутку руди на ділянці «Північ», при $A_{пл} = 2200 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$:

$$N_d = \frac{A_{пл}}{Q_{e.рік}} = \frac{2200}{3370} = 0,66 \text{ од} \quad (2.6)$$

Обираємо один екскаватор ЕШ-10/50.

Визначимо необхідну кількість автосамоскидів БелАЗ-7548 (рис.2.4) для роботи екскаватора, технічна характеристика автосамоскида наведена у таблиці 2.2.

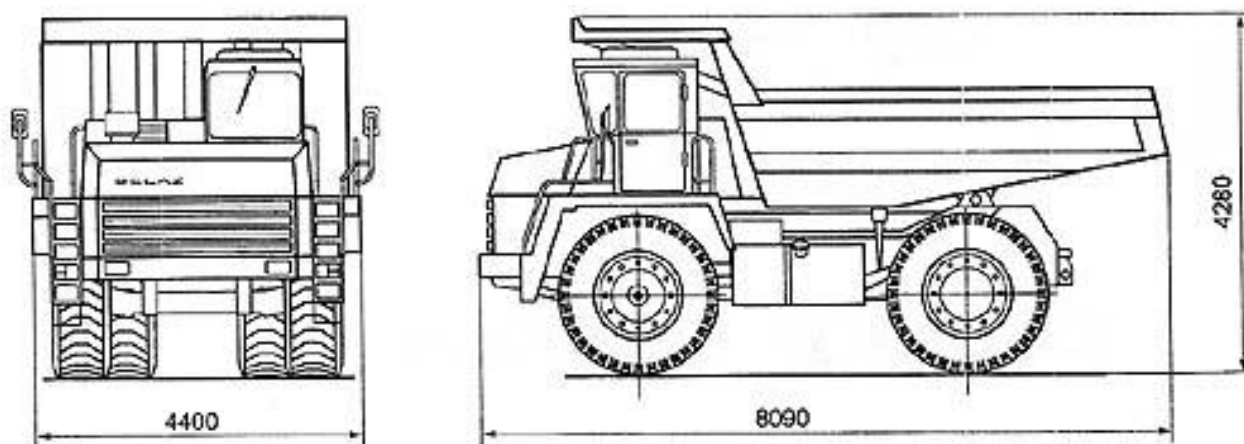


Рис.2.4. Технічна схема БелАЗ-7548

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика автосамоскиду БелАЗ-7548

Параметри	
Марка двигуна	ЯМЗ-8401.10-06
Потужність силового устаткування, к.с.	550
Максимальна швидкість, км/год	50

Радіус повороту, м	10,7
Маса, т	30
Вантажопідйомність, т	42
Місткість кузова:	
- геометрична, м ³	21
- номінальна, м ³	26,2
Витрати пального на 100 км, л	124

Тривалість циклу навантаження автосамоскиду рудним піском розраховуємо за формулою:

$$t_{ц.н} = \frac{V}{E} \cdot \frac{t_{ц}}{60}, \text{ хв}, \quad (2.7)$$

де: V – об'єм кузова автосамоскида, $V = 21,0 \text{ м}^3$;

$$t_{ц.н} = \frac{21}{10} \cdot \frac{42,49}{60} = 1,5 \text{ хв.}$$

Тривалість рейсу автосамоскида:

$$t_p = t_{ц.н} + \frac{2L_{п} \cdot 60}{v_{ав}} + t_{роз}, \text{ хв}, \quad (2.8)$$

де $L_{п}$ – середня відстань перевезення руди до вибою гідромонітора, км; в умовах ділянки «Східна» $L_{п} = 0,7 \text{ км}$;

$v_{ав}$ – швидкість руху автосамоскида, $v_{ср} = 20 \text{ км/год}$;

$t_{роз}$ – тривалість розвантаження автосамоскида, $t_{роз} = 1 \text{ хв}$;

$$t_p = 1,5 + \frac{2 \cdot 0,7 \cdot 60}{20} + 1 = 6,7 \text{ хв.}$$

Змінна продуктивність одного автосамоскиду складе:

$$Q_{а.зм} = \frac{60 \cdot T_{см}}{t_p} \cdot V \cdot k_{н.а.} \cdot k_{см.в.}, \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (2.9)$$

де: $k_{н.а.}$ – коефіцієнт наповнення кузова автосамоскида, $k_{н.а.} = 1$;

$k_{см.в}$ – коефіцієнт, що враховує використання автосамоскида на протязі зміни; $k_{зм} = 0,85$;

$$Q_{а.зм} = \frac{60 \cdot 12}{6,5} \cdot 21 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1977 \text{ м}^3/\text{зміну},$$

Необхідну кількість автосамоскидів розрахуємо за формулою:

$$N_a = \frac{Q_{е.зм}}{Q_{а.змз}}, \text{ од}, \quad (2.10)$$

$$N_a = \frac{4681}{1977} = 2,4 \text{ од.}$$

Обраємо 3 автосамоскиди БелА37548.

Варіант 2

Для селективної технології видобування обираємо колісний навантажувач Caterpillar 992К (рис.2.5), який виймає рудні піски та транспортує їх до вибою гідромонітора.



Рис. 2.4. Навантажувач Caterpillar 992К

Таблиця 2.3.

Технічна характеристика навантажувача Caterpillar 992K [7]

Параметри	
1	2
Габаритна ширина, мм	4840
Габаритна довжина, мм	16226
Габаритна висота, мм	5590
Радіус повороту, м	12
Модель двигуна	Cat C32 ACERT
Об'єм двигуна, л	32
Потужність двигуна, кВт	597
Діапазон передач кількість вперед / назад	3/3
Макс. швидкість руху, км/год	20
Загальний кут повороту напіврами, градуси	70.0
Об'єм ковшу, м ³	12
Експлуатаційна маса, кг	99275
Місткість паливного бака, л	1500

Визначаємо годинну продуктивність навантажувача за формулою:

$$Q_{н.ч} = \frac{3600 \cdot E_n \cdot k_n}{T_{ц} \cdot k_p} \cdot k_b, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.11)$$

де E_n – геометричний об'єм ковшу навантажувача, $E_n = 12 \text{ м}^3$;

k_n – коефіцієнт наповнення ковшу, $k_n = 0,9$;

k_b – коефіцієнт використання навантажувача у часі, $k_b = 0,9$;

$T_{ц}$ – тривалість циклу роботи навантажувача, с.

$$T_{ц} = t_n + \frac{2L_{cp}}{v_{cp}} + t_p, \text{ с} \quad (2.12)$$

де L – середня відстань транспортування, $L = 700 \text{ м}$;

t_n – теоретична тривалість завантаження ковшу, $t_n = 14 \text{ с}$;

v_{cp} – середня швидкість навантажувача, $v_{cp} = 3,3$ м/с;

t_p – час розвантаження ковша, $t_p = 3$ с.

$$T_{ц} = 14 + \frac{2 \cdot 700}{3,3} + 3 = 441 \text{ с.}$$

$$Q_{н.ч} = \frac{3600 \cdot 12 \cdot 0,9}{441 \cdot 1,3} \cdot 0,9 = 61 \text{ м}^3/\text{год}$$

Змінна та продуктивність навантажувачів визначаємо за виразом:

$$Q_{н.зм} = 12 \cdot Q_{н.ч} \cdot k_{зм}, \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (2.14)$$

де: $k_{зм}$ – коефіцієнт, що враховує використання навантажувача на протязі зміни; $k_{зм} = 0,95$;

$$Q_{н.зм} = 12 \cdot 61 \cdot 0,95 = 696 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Річна продуктивність навантажувача розраховується згідно формули:

$$Q_{н.рік} = Q_{н.зм} \cdot n_{зм} \cdot N_{д}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.15)$$

$$Q_{н.рік} = 696 \cdot 2 \cdot 360 = 502 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

Визначимо необхідну кількість навантажувачів при умові їх роботи на ділянці «Північ», ($A_{пл} = 2200 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$):

$$N_{н} = \frac{A_{пл}}{Q_{н.рік}} = \frac{2200}{502} = 4,38 \text{ од} \quad (2.16)$$

Обираємо 5 навантажувачів Caterpillar 992K.

2.3. Оцінка ефективного застосування колісних навантажувачів для селективної технології видобутку в умовах ВГМК

Для вибору необхідної технології розрахуємо собівартість видобутку 1 м³ руди для запропонованих варіантів.

Виробнича програма дільниць гірничого-підприємства складаємо виходячи з вибраної технології видобутку, забезпеченості гірничим устаткуванням і режиму роботи підприємства. Кількість робочих днів при перервному режимі

з шестиденним робочим тижнем – 305. Кількість змін роботи на добу 2 по 12 год.

Обліковий склад робітників N_{cn} визначаємо з виразу:

$$N_{cn} = N_{яв} K_{cc}, \text{ чол.}, \quad (2.17)$$

де $N_{яв}$ – явочний склад за добу, чол.;

K_{cc} – середньорічний коефіцієнт облікового складу;

$$K_{cc} = (T_k - T_{cv} - T_{вих}) / (T_k - T_{cv} - T'_{вих} - T_{від}) 0,96, \quad (2.18)$$

де T_k – календарний фонд часу, $T_k = 365$ днів;

T_{cv} – кількість святкових днів за рік;

$T_{вих}, T'_{вих}$ – відповідно кількість вихідних днів у підприємства та робітника; при шестиденному – $T_{вих} = 52$;

$T_{від}$ – тривалість відпустки робітника.

Фонд заробітної плати розраховуємо окремо по кожній професії з урахуванням погодинної форми оплати праці.

Фонд прямої заробітної плати робітників-погодинників встановлюємо з застосуванням погодинно-преміальної системи оплати праці. Яка визначається за виразом:

$$З_{з.п.} = З_2 T_{зм} N_{вих} N_{cn}, \text{ грн} \quad (2.19)$$

де $З_2$ – годинна тарифна ставка, грн.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$N_{вих}$ – кількість виходів робітника в місяць;

N_{cn} – обліковий склад кожної категорії робітників, чол.

Виходячи з нормативно-технічної документації роботи підприємства доплата у вигляді премії складе 40%.

Доплата за роботу в нічний час здійснюються за встановленою нормою доплат $H_{н\ в}$ (%) до погодинної тарифної ставки пропорційно відпрацьованому часу з 22-ї до 6-ї години ранку. Фонд доплат за роботу в нічний час визначається за формулою:

$$\Phi_{н.в} = 1/3 \sum N_{яв} Z_{змі} (1 + H_{н.в} / 100), \text{ грн} \quad (2.20)$$

де $N_{яв i}$ – явочна чисельність робітників і-ої категорії;

$Z_{змі i}$ – змінна тарифна ставка і-ої категорії робітників, грн.

Результати розрахунків фонду заробітної оплати праці для першого і другого варіанту технології видобутку відповідно наведені в таблиці 1 і таблиці 5 Додатку А.

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведені в таблиці 2 та 6 Додатку А, відповідно для 1 і 2 запропонованих варіантів видобутку.

Також був проведений розрахунок витрат на допоміжні матеріали та витрат на пальне. Результати занесені в таблиці 3, 4, 5, 6 Додатку А.

Собівартість одиниці обсягу робіт розраховуємо на основі визначених вище витрат по заробітній платі, допоміжним матеріалам, пальному, амортизації шляхом сумування цих витрат виробництва.

$$C_{1,2} = \frac{\Sigma Z}{Q_{\text{рік}}}, \text{ грн/м}^3, \quad (2.21)$$

Калькуляція собівартості видобутку 1 м³ руди наведена в таблиці 2.4. Структуру собівартості приведено на рис. 2.6 для першого варіанту та на рис. 2.7 для другого.

Таблиця 2.4.

Калькуляція собівартості видобутку 1 м³

Елементи собівартості	Витрати на річний об'єм видобутку руди (2200 тис. м ³), тис. грн	
	Варіант 1	Варіант 2
Основна заробітна платня	1439	1334
Додаткова зар.плата (9% від основної)	129	120
Оплата праці разом	1568	1454

Продовження таблиці 2.4.

Нарахування на заробітну плату (22% від оплати праці)	345	320
Основні та допоміжні матеріали	1285	1053
Паливо	26470	30810
Електроенергія	19440	0
Амортизація	10449	15398
РАЗОМ	59556	49035
Собівартість 1м³ видобутку руди, грн.	27,07	22,29

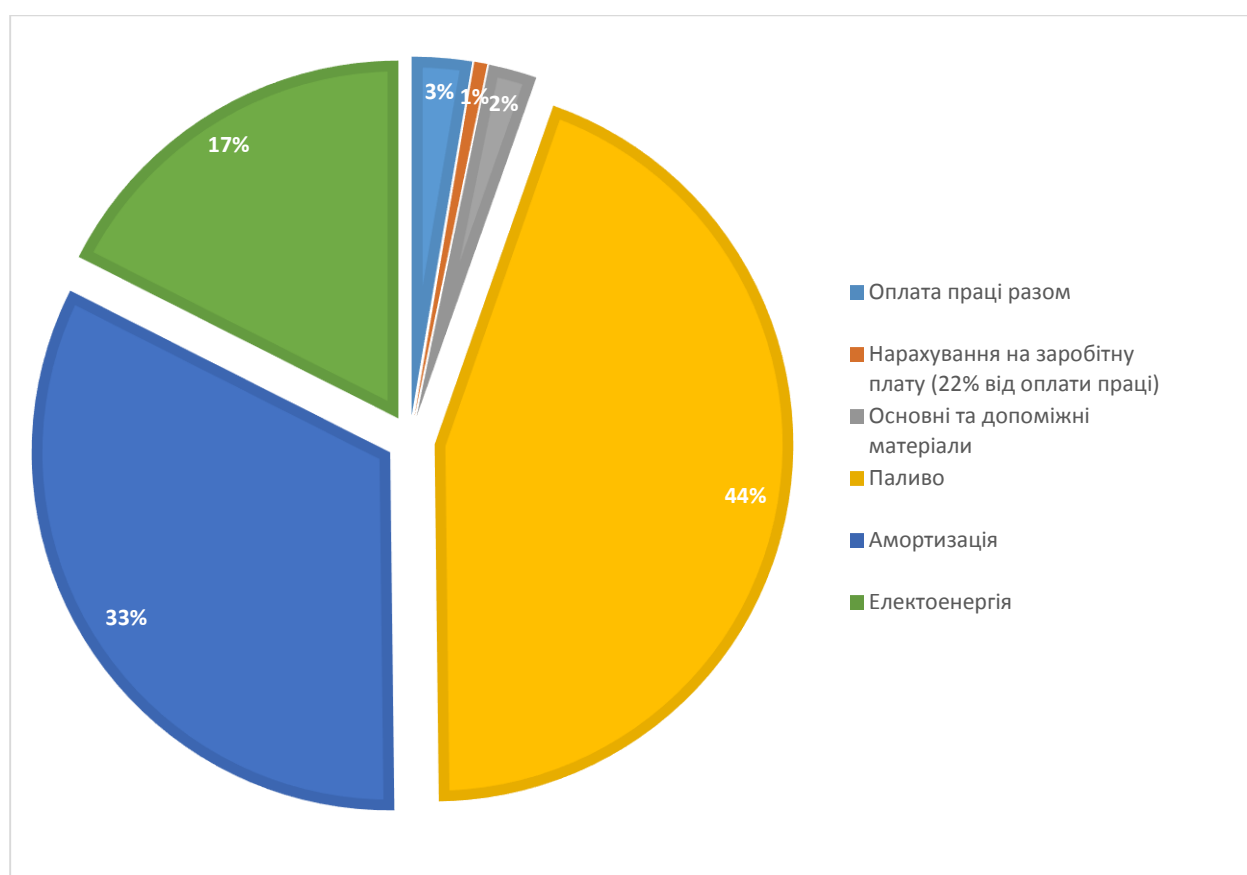


Рис. 2.6. Структура собівартості видобутку 1 м³ руди для 1 варіанту.

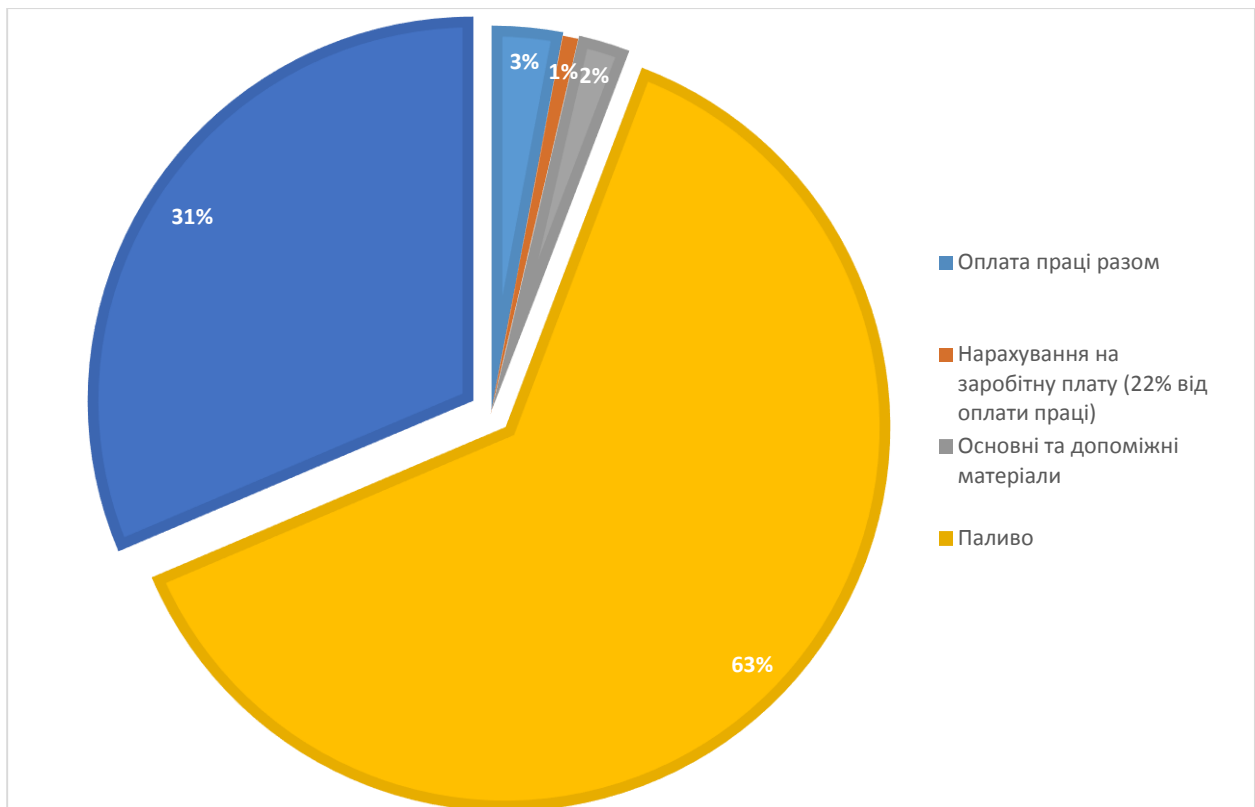


Рис. 2.6. Структура собівартості видобутку 1 м³ руди для 2 варіанту.

Висновки

1. Для вибору селективної технології видобутку руди був запропонований варіант розробки з застосуванням колісних навантажувачів, та порівняний з існуючою схемою роботи. Проведений розрахунок продуктивності цих варіантів, дав змогу стверджувати, що для задоволення потреб видобутку на ділянці кар'єру №7 «Північ», які склали 2200 тис.м³/рік, необхідні 5 навантажувачів Caterpillar 992K.

2. Була розрахована собівартість видобутку 1 м³ рудного піску для кожного з варіантів, вона склала 27,07 грн і 22,29 грн відповідно до першого і другого варіанту.

3. Провівши техніко-економічний аналіз запропонованих варіантів, обираємо селективну технологію видобутку з застосуванням колісних навантажувачів Caterpillar 992K.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕЛЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ В УМОВАХ ВГМК.

3.1. Аналіз мінералогічного складу рудних пісків на ділянці «Північ» ВГМК

Мінералогічний склад рудного тіла Малишевського родовища є нерівномірним, це визначено геологорозвідувальними роботами. Так вміст металів в рудних пісках коливається від 3 % до 20% , також зосередження різних груп металів не рівномірно по всій довжині фронту видобувних робіт.

Результатом досліджень роботи [2] стала сформована трьох вимірна модель рудного тіла Малишевського родовища, яка була створена за допомогою геоінформаційних технологій та програми 3D моделювання.

Ця модель дозволяє з великою точністю встановлювати розподіл корисних мінералів у рудному тілі по всій довжині фронту гірничих робіт.

На рис. 3.1 наведена геолого-технологічна карта розташування рудних блоків різного мінералогічного складу по всій довжині фронту видобувних робіт на прикладі кар'єрі №7 «Північ» ВГМК. Виходячи з даних зображених на карті бачимо, що такі мінерали як циркон, ставроліт, ільменіт і дистен – нерівномірно розташовані між собою по довжині фронту робіт. За мінералогічним складом ділянку можливо поділити на 6 блоків. Довжина ділянки складає 1030 м, та має блок з безрудними пісками, який знаходиться під номером 4. Питома вага в блоках відрізняється відповідно до мінералогічного складу.

Параметри технологічних блоків, а саме їх довжина та місце розміщення по довжині фронту, впливають на відстань транспортування. Загальне число блоків $n_{bl}=13$. Основні параметри технологічних блоків по довжині фронту гірничих робіт приведені в таблиці 3.1

Розподіл фронту видобувного горизонту на блоки дозволяє селективно виїмати рудні піски, та регулювати вміст важких металів в рудному піску який транспортується до вибою гідромонітора. Це в свою чергу сприяє раціональному використанні гірничого обладнання.

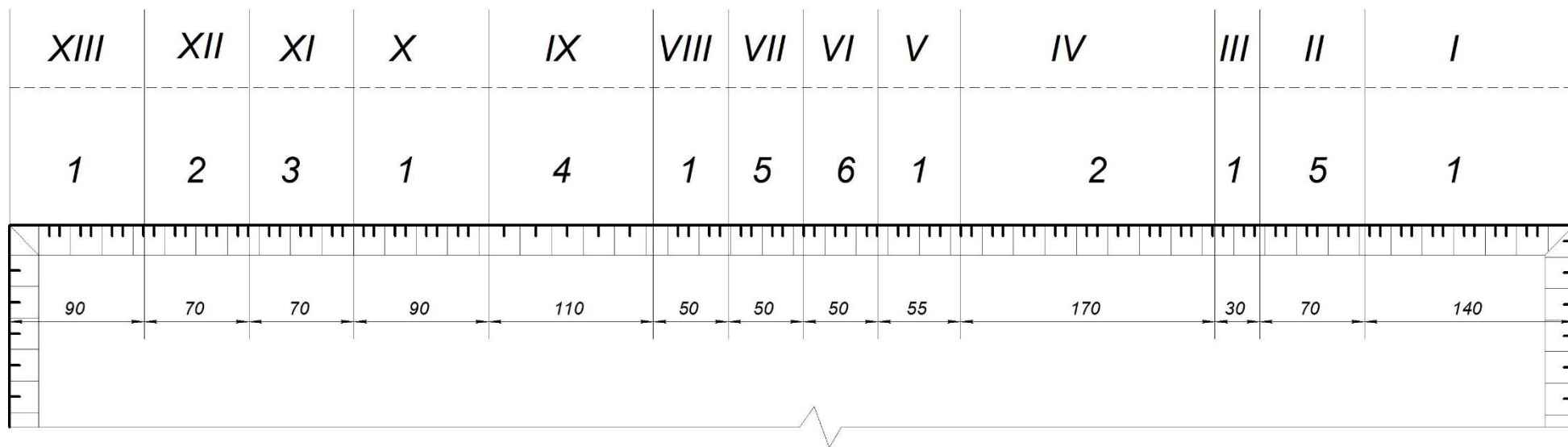


Рис.3.1. Геолого-технологічна карта розташування рудних пісків по фронту видобувних робіт [2].

I, II, ... XIII – технологічні блоки;

1 – різні мінерали; 2 – циркон; 3 – ставроліт; 4 – безрудні піски; 5 – ільменіт; 6 – дистен.

Таблиця 3.1.

Параметри технологічних блоків по довжині фронту гірничих робіт

№ технологічного блоку	Вид корисної копалини	Довжина блоку, м
I	різні види	140
II	ільменіт	70
III	різні види	30
IV	циркон	170
V	різні види	40
VI	дистен	35
VII	ільменіт	50
VIII	різні види	50
IX	безрудні піски	110
X	різні види	90
XI	ставроліт	70
XII	циркон	70
XIII	різні види	90

3.2. Вибір технологічних схем роботи колісного навантажувача при селективній виїмці руд

За результатами досліджень проведених раніше, встановлено, що більш ефективними технологічними схемами видобутку рудних пісків являються схеми з використання колісних навантажувачів, як самостійних засобів видобутку і транспортування. Цьому свідчить менша собівартість видобутку рудних пісків ніж при існуючій схемі з застосування екскаваторів драглайнів та автосамоскидів. Колісні навантажувачи мають перевагу перед іншим гірничотранспортним обладнанням, за рахунок мобільності та маневреності. Це є важливим фактором при селективній виїмці рудних пісків, які розподілені по фронту гірничих робіт нерівномірно.

Розрахуємо основні параметри технологічної схеми роботи колісних навантажувачів при селективному видобутку рудних пісків на дільниці «Північ» кар'єру №7 ВГМК.

В якості основного гірничотранспортного обладнання обираємо колісний навантажувач Caterpillar 992K, для якого раніше були проведені розрахунки продуктивності та собівартості 1 м³ рудного піску в умовах ВГМК.

Висота видобувних уступів залежить від технологічних параметрів навантажувача та потужності рудних пісків. Так максимальна висота черпання обраного навантажувача $H_{ч.мах} = 5 \div 7$ м, а середня потужність рудних пісків $m = 10$ м. Виходячи з цих даних розрахуємо кількість видобувних уступів:

$$n_d = \frac{m}{H_{ч.мах}}, \quad (3.1)$$

$$n_d = \frac{10}{6} = 1,7$$

Обираємо 2 видобувних уступу.

Тоді висота уступу буде дорівнювати:

$$H_y = \frac{m}{n_d}, \text{ м} \quad (3.2)$$

$$H_y = \frac{10}{2} = 5 \text{ м}$$

Існують дві основні схеми роботи колісних навантажувачів: поперечними (рис.3.2) та поздовжніми заходками (рис.3.3).

Ширина заходки колісних навантажувачів залежить від їх габаритних розмірів, та кількості при одночасному відпрацюванні вибою. При роботі одного навантажувача у вибої мінімальну ширину заходки визначаємо по формулі:

$$A_{1min} = b_n + 2 \cdot c, \text{ м} \quad (3.3)$$

де b_n – ширина навантажувача, м, $b_n = 4,9$ м;

c – безпечна відстань від нижньої бровки видобувного уступу до навантажувача, м, $c = 3$ м;

$$A_{1min} = 4,9 + 2 \cdot 3 \approx 11, \text{ м}$$

При роботі двох навантажувачів на одній заходці, її ширина складе:

$$A_{2min} = 2 \cdot A_{1min}, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$A_{2min} = 2 \cdot 11 = 22, \text{ м}$$

Так як необхідна кількість колісних навантажувачів для забезпечення річної продуктивності ділянки, складає 5 одиниць, та на одній заходці будуть працювати 2 навантажувачі. Тому подальший розрахунок ширини робочої площадки виконуємо з урахуванням $A_{2min} = 22 \text{ м}$.

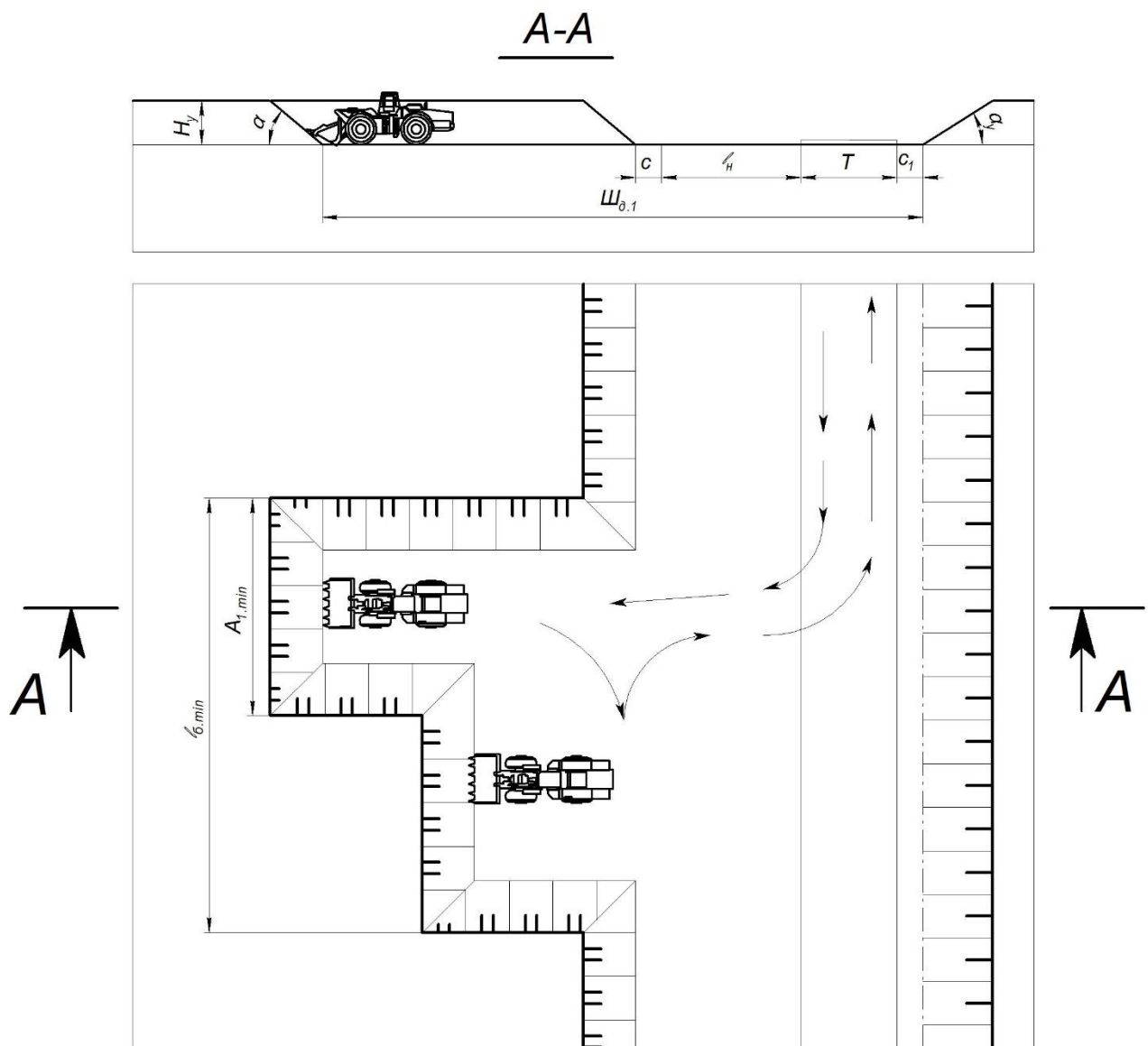


Рис.3.2. Схема роботи колісних навантажувачів
поперечними заходками

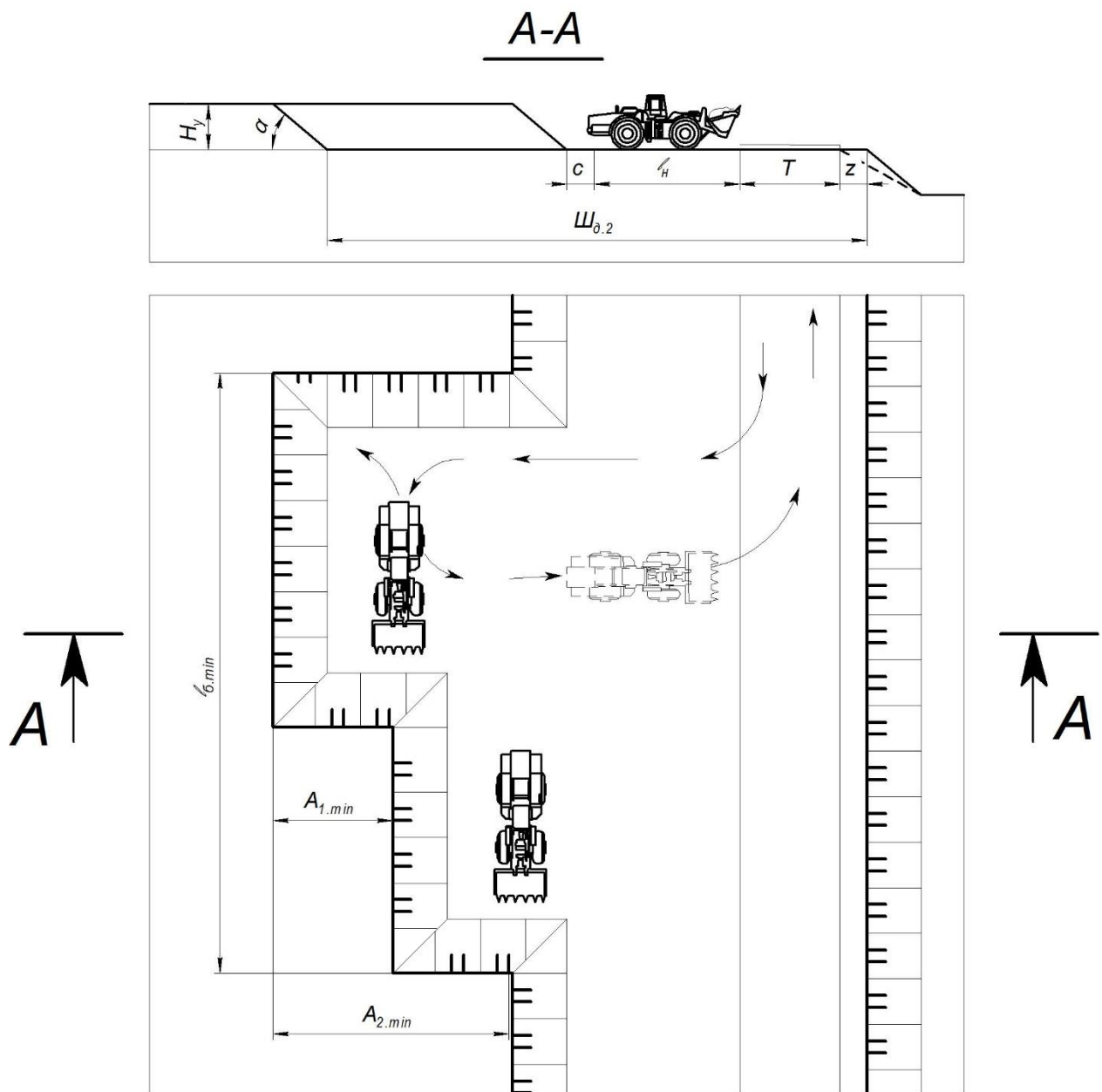


Рис.3.3. Схема роботи колісних навантажувачів
поздовжніми заходками

Мінімальна ширина робочої площадки при роботі навантажувача поперечними заходками визначається при умові вільного розміщення його поза транспортною смугою та шириною заходки.

Ширина робочої площадки:

- при роботі на нижньому видобувному уступі:

$$\text{Ш}_{д,1} = A_{2min} + c + l_H + T + c_1, \text{ м} \quad (3.5)$$

де l_H – довжина навантажувача, м, $l_H = 16$ м;

c_1 – безпечна відстань від нижньої бровки відвального уступу до транспортної смуги, м, $c_1 = 3$ м;

T – ширина транспортної смуги, м.

Для забезпечення безперебійного транспортного руху навантажувачів, обираємо двополюсну транспортну смугу, тоді вони визначається за формулою:

$$T = 2 \cdot b_H + c_2, \text{ м} \quad (3.6)$$

де c_2 – безпечна відстань навантажувачами, м, $c_2 = 1,5$ м;

$$T = 2 \cdot 4,9 + 1,5 = 11,3, \text{ м}$$

$$\text{Ш}_{\text{д.1}} = 22 + 3 + 16 + 11,3 + 3 = 55,3 \text{ м}$$

- при роботі на верхньому видобувному уступі:

$$\text{Ш}_{\text{д.2}} = A_{2\min} + c + l_H + T + z, \text{ м} \quad (3.7)$$

де z – ширина призми можливого обрушення, м ;

$$z = H_y \cdot (\text{ctg } \alpha_y - \text{ctg } \alpha), \text{ м} \quad (3.8)$$

де α – кут відкосу уступу, $\alpha = 40^\circ$;

α_y – кут природного відкосу уступу, $\alpha_y = 32^\circ$;

$$z = 5 \cdot (\text{ctg } 32^\circ - \text{ctg } 40^\circ) = 2 \text{ м}$$

$$\text{Ш}_{\text{д.2}} = 22 + 3 + 16 + 11,3 + 2 = 54,3, \text{ м}$$

При роботі одного навантажувача поперечними заходка мінімальна довжина блоку буде дорівнювати ширині заходки $l_{\text{бл.}\min.1} = A_{1.\min} = 11$ м, а при роботі двох навантажувачів $l_{\text{бл.}\min.2} = A_{2.\min} = 22$ м.

При повздовжній заходці та роботі одним навантажувачом, мінімальну довжину блоку визначається за формулою:

$$l_{\text{бл.}\min} = 2 \cdot l_H + c, \text{ м} \quad (3.9)$$

$$l_{\text{бл.}\min} = 2 \cdot 16 + 3 = 35 \text{ м}$$

Також при роботі двох навантажувачів на одній заходці $l_{\text{бл.}\min} = 70$ м.

Кількість блоків, що розробляються при обраній селективній технології видобутку, обираються з урахуванням умови мінералогічного складу рудних пісків та їх просторового розподілу вздовж фронту робіт. Так для умов обраної ділянки та врахування геолого-технологічної карти розташування рудних пісків кількість блоків складе: $n_{\text{бл}} = 13$. Це зумовлено тим, що мінімальна довжина блоків по мінералогічному складу не більше мінімально допустимої довжини блоку колісного навантажувача, що дає змогу розробляти кожний блок окремо.

Для транспортного зв'язку між видобувними горизонтами та кривлею рудного тіла, пропонуються тимчасові з'їзди. По одному з'їзду на уступ, їх вистачить для безперебійної роботи навантажувачів.

Довжину тимчасових з'їздів розрахуємо за формулою:

$$l_3 = \frac{H_y}{i}, \text{ м} \quad (3.10)$$

де i – уклон з'їзду, ‰, $i = 20$ ‰;

$$l_3 = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ м}$$

Отримані гірничо-технічні параметри можуть використовуватися для розробки за селективною технологією видобутку з застосуванням колісних навантажувачів.

3.3. Обґрунтування параметрів технологічної схеми роботи гідромонітору

Для транспортування рудних пісків до збагачувальної фабрики на ВГМК використовують систему гідромеханізації. Вона складається з гідромоніторного розмиву та пульпопроводу для транспортування до збагачувальної фабрики.

При запропонованій селективній технології видобування, руду з вибою навантажувачами доставляють до рудного складу, та безпосередньо до вибою гідромонітору.

Застосування гідромеханізації дозволяє суттєво знизити витрати на транспортування руди. Так довжина пульпопроводу на ділянці «Північ» до збагачувальної фабрики складає 8 км. Така відстань транспортування автосамоскидами не є рентабельною. Тому питання ефективного використання гідромонітору в умовах ВГМК є актуальним.

3.3.1. Вплив мінералогічного складу рудних пісків на продуктивність гідромонітору

Сутність гідромоніторної розробки полягає в руйнуванні і змиві рудних пісків струменем води, що вилітає під великим тиском з насадки гідромонітора. Руйнування породи відбувається за рахунок енергії удару струменя, фільтрації води через пори породи, ослабленням зчеплення між її частками, зволоження її і розмокання рудних пісків.

Технологія гідромоніторного розмиву складається зі змиву заваленої і насиченою водою руди в зумпф землесосної станції. Рудні піски які поступають до вибою гідромонітора розпушені, та не потребують додаткової операції розмиву, такої як підрізання уступу

На ВГМК використовується спосіб розмиву пісків, коли гідромонітор розташовується на нижній площадці уступу.

Питома витрата води є одним з основних параметрів, що вказує на ефективність та продуктивність засобів гідромеханізації.

Дослідженнями і досвідом відпрацювання родовищ з використанням засобів гідромеханізації встановлено, що величина питомої витрати води залежить від таких факторів:

- фізико-механічних властивостей породи;
- напору води;
- системи розробки та характеристики обладнання, що застосовується;
- діаметра насадки;

- організації розкривних і видобувних робіт, довжини заходки, висоти і ширини вибою.

Фізико-механічні властивості пісків мають значний вплив на величину питомої витрати води і на ефективність відпрацювання родовища в цілому. Однією з найважливіших властивостей пісків є їх питома вага. Практичні дані показують, що при переході в процесі розмиву від менш до більш важких пісків питома витрата збільшується приблизно в 8 разів.

Різна питома вага пісків Малишевського родовища зумовлена тим, що місткість важких металів у рудних пісках нерівномірна, та коливається від 3% до 20%. Також в склад рудних пісків входить глина, з вмістом близько 15 %, все інше це кварцові піски.

Для визначення величини питомої втрати води на розмив 1 м^3 рудного піску, розрахуємо питому вагу пісків за формулою:

$$\rho_{\text{р.п}} = \rho_{\text{в.м.}} \cdot m_{\text{в.м.}}^{\text{д}} + \rho_{\text{г.}} \cdot m_{\text{г.}}^{\text{д}} + \rho_{\text{п.}} \cdot m_{\text{п.}}^{\text{д}}, \text{ т/м}^3 \quad (3.11)$$

де $\rho_{\text{в.м.}}$ – питома вага важких металів, т/м^3 , $\rho_{\text{в.м.}} = 3,2 \text{ т/м}^3$;

$\rho_{\text{г.}}$ – питома вага глини, т/м^3 , $\rho_{\text{г.}} = 2,0 \text{ т/м}^3$;

$\rho_{\text{п.}}$ – питома вага кварцового піску, т/м^3 , $\rho_{\text{п.}} = 1,6 \text{ т/м}^3$;

$m_{\text{в.м.}}^{\text{д}}$, $m_{\text{г.}}^{\text{д}}$, $m_{\text{п.}}^{\text{д}}$ – масова доля важких металів, глини та кварцового піску відповідно.

Так при вмісті важких металів 3%, питома вага рудних пісків складе:

$$\rho_{\text{р.п}} = 3,2 \cdot 0,03 + 2,0 \cdot 0,15 + 1,6 \cdot 0,82 = 1,71 \text{ т/м}^3$$

Глина знаходиться в рудному тілі не рівномірно, та представляє собою хаотичні включення. Тому виїняти її окремо від рудних пісків неможливо, тож в подальших розрахунках обираємо середню масову долю глини в рудних, яка складає 15%.

За формулою 3.11 проводимо розрахунок питомої ваги для різного складу рудного піску, данні розрахунку заносимо до таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Питома вага рудних пісків

Доля важких металів у рудному піску, %	Питома вага рудного піску, т/ м ³	Доля важких металів у рудному піску, %	Питома вага рудного піску, т/ м ³
3	1,71	12	1,85
4	1,72	13	1,87
5	1,74	14	1,88
6	1,76	15	1,90
7	1,77	16	1,92
8	1,79	17	1,93
9	1,80	18	1,95
10	1,82	19	1,96
11	1,84	20	1,98

В роботі [8] були проведені дослідження з встановлення питомої витрати води при розмиві гідромоніторами золотоносних пісків з різною питомою вагою. Дані дослідження приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Питомі витрати води при розмиві 1 м³ піску [8]

Питома вага піску, т/ м ³	Питомі витрати води, м ³ / м ³	Питома вага піску, т/ м ³	Питомі витрати води, м ³ / м ³
1,1	3	1,7	7,3
1,2	3,6	1,8	8,3
1,3	4,2	1,9	10
1,4	4,8	1,95	11
1,5	5	2,0	12
1,6	6	>2,0	13-17
1,65	7		

Враховуючі данні дослідження, що наведені у таблиці 3.4., встановимо залежність питомої витрати води на розмив 1 м³ піску від його питомої ваги, та побудуємо графі залежності $q=f(\rho)$ (рис 3.4)

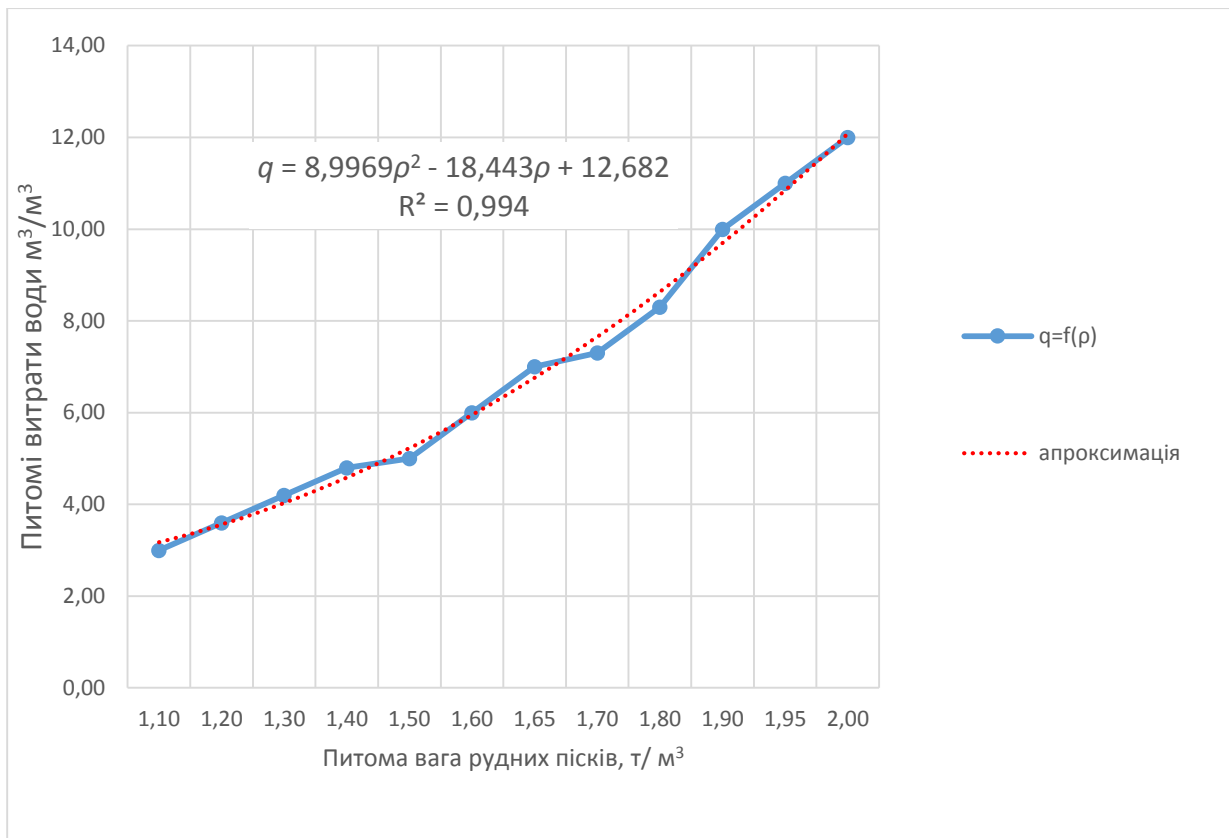


Рис.3.4 Питомі витрати води при різній питомій ваги рудних пісків

Зі даних зображених на графіку (рис.3.4) бачимо, що при збільшенні питомої ваги рудних пісків збільшуються витрати води на їх розмив. Виконавши апроксимацію було отримане рівняння залежності питомої витрати води від питомої ваги рудних пісків:

$$q = 8,9969\rho^2 - 18,443\rho + 12,682 \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (3.12)$$

Використовуючи рівняння (3.12.) та розрахунки питомої ваги рудних пісків Малишевського родовища, побудуємо графік залежності $q=f(m_{\text{в.м}}^{\text{д}})$ питомої витрати води на розмив 1 м^3 рудного піску від процентного вмісту важких металів в ньому (рис 3.5)

Додамо на графік апроксимуюче рівняння для питомих витрат води при будь-якому вмісті важких металів в рудному піску.

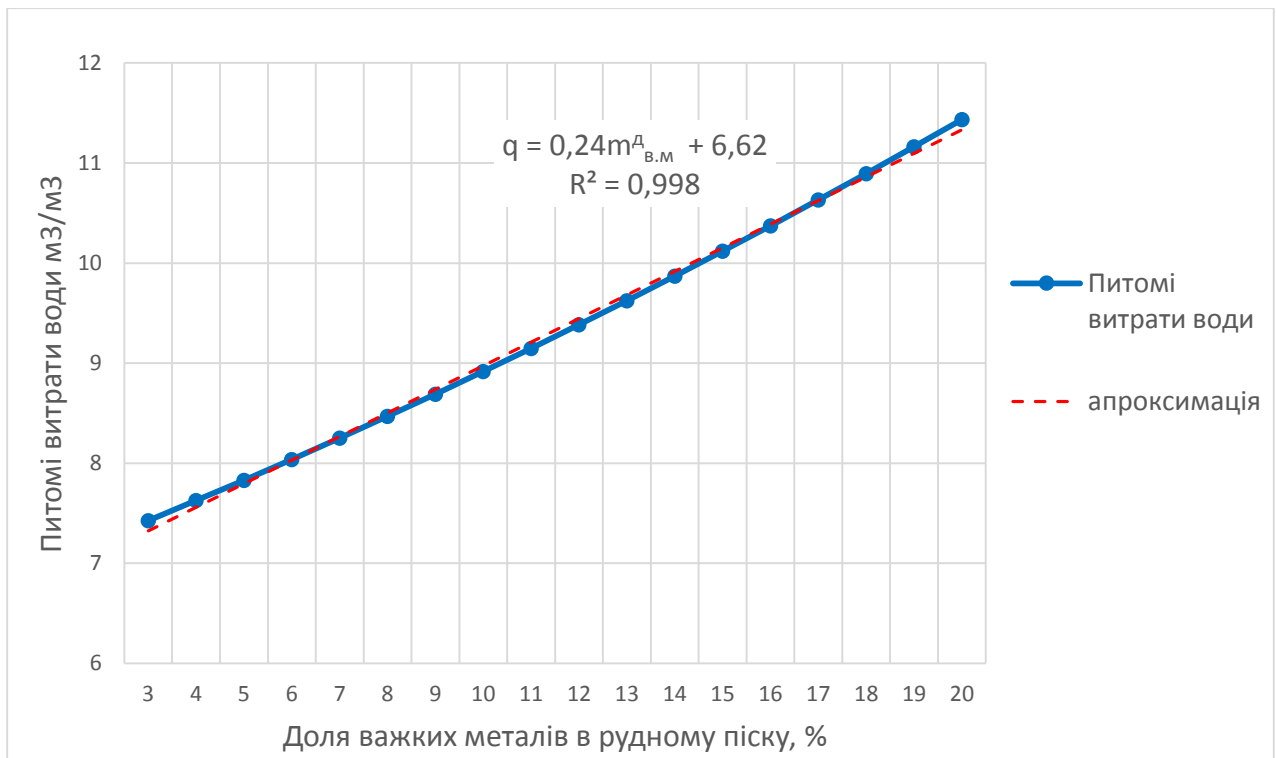


Рис.3.5 Питомі витрати води при різному вмісті важких металів

З даних графіку видно, що чим більший вміст важких металів, тим більші витрати води на розмив 1 м³ рудного піску. Звідси маємо прямо пропорційну залежність, яка дозволяє встановлювати витрати води при роботі гідромеханічного комплексу в залежності від виду видобуваної руди.

Залежність питомої витрати води від вмісту важких металів $q=f(m_{в.м.}^д)$ описується лінійним рівнянням виду:

$$q = 0,24 \cdot m_{в.м.}^д + 6,62, \text{ м}^3/\text{м}^3 \quad (3.13)$$

Точність даної залежності висока, цьому свідчить коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,998$, отже дана залежність описується з точністю 99,8%. Таким чином, отримане рівняння може використовуватись для поточного розрахунку витрат води, яка впливає на вартість гідромеханічних робіт.

3.3.2 Розрахунок параметрів технологічної схеми роботи гідромонітору в умовах ВГМК

Базуючись на мінералогічній моделі рудного тіла [2], та за запропонованої селективною технологією видобування рудних пісків, ми можемо коректувати вміст тих чи інших металів у руді, методом усереднення рудних пісків, видобуваючи їх з різних блоків.

Це є необхідним, бо збагачувальна фабрика переробляє рудні піски з вмістом важких металів 5-7%. Тільки при цьому значенні досягається максимальне вилучення рідкоземельних металів із руди. Якщо вміст важких металів менше 5 % то фабрика працює не в повну потужність, а якщо більше 7 % то метали які не змогли відділитися потрапляють у хвостосховища.

Отже подальший розрахунок будемо вести для рудних пісків з вмістом важких металів 6%.

На «Північній» ділянці кар'єру №7 використовують гідромонітор ГМД-250 (рис. 3.6), тому для подальших досліджень обираємо саме цей гідромонітор. Технічна характеристика гідромонітору наведена в таблиці 3.5

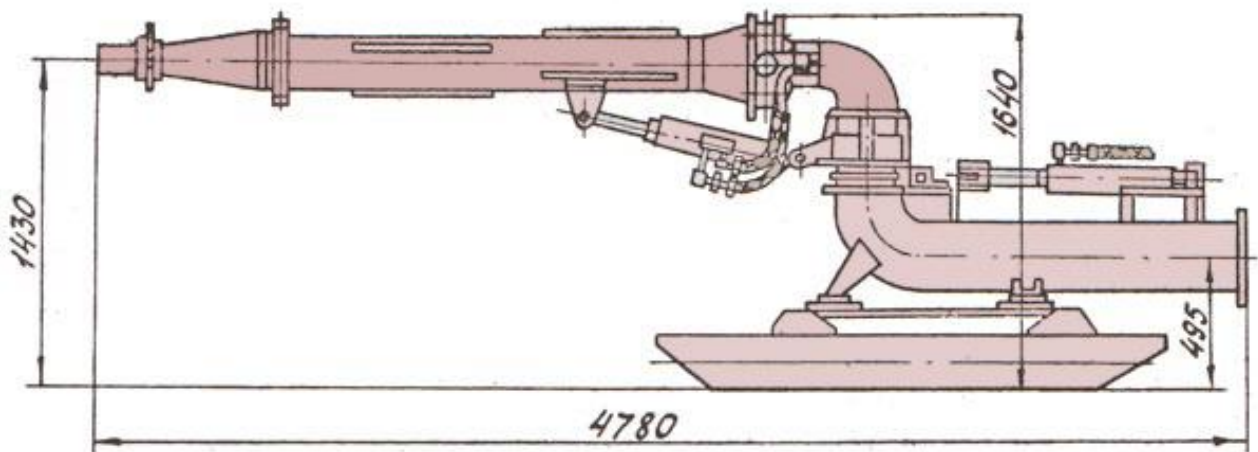


Рис.3.6 Гідромонітор ГМД-250

Технічні параметри гідромонітору ГМД-250

Параметри обладнання	
Робочий тиск води, МПа, не більше	2,5
Об'ємні витрати води, м ³ /с	0,56
Діаметр перетину вхідного патрубку, мм	250+2
Діаметр змінних насадок, мм	100, 110, 125
Кут повороту ствола, град., не менше:	
в горизонтальній площині	300
у вертикальній площині: вниз	27
вгору	27
Кутова швидкість переміщення стовбура, рад/с	от 0 до 0,35
Вид управління руху стовбура	дистанційний
привід маслостанції	електричний
Встановлена потужність, кВт, не менше	4
Напруга, В	220+50
Габаритні розміри гідромонітора, мм, не більше:	
довжина	4780
ширина	1700
висота	1640
Маса гідромонітора, кг, не більше	1010

Виконаємо розрахунок продуктивності гідромонітору ГМД-250, та параметрів технологічної схеми його роботи для ділянки «Північ»:

Секундну витрату води біля насадки гідромонітора визначимо за формулою:

$$Q_{г.с} = \frac{A_{пл.сут.} \cdot q}{3600 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.14)$$

де: $A_{пл.сут.}$ – добова продуктивність ділянки по руді, м³/добу:

$$A_{пл.сут.} = \frac{A_{пл.}}{N_d}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (3.15)$$

$$A_{пл.сут.} = \frac{2200000}{360} = 6111 \text{ м}^3/\text{добу}$$

T – час роботи гідромонітору на протязі доби, годин;

$$T = n \cdot t_{\text{см}} \cdot k_{\text{в}}, \text{ годин}, \quad (3.16)$$

n – кількість змін на добу, $n = 2$ зміни;

$t_{\text{см}}$ – час зміни, годин, $t_{\text{см}} = 12$ годин;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання гідромонітору в часі, $k_{\text{в}} = 0,9$;

$$T = 2 \cdot 12 \cdot 0,9 = 21,6 \text{ годин}$$

q – питомі витрати води, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Питомі витрати розрахуємо за отриманою нами формулою (3.13), для рудних пісків з 6% вмістом важких металів:

$$q = 0,24 \cdot 6 + 6,62 = 8,39 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$Q_{\text{г.с}} = \frac{6111 \cdot 8,39}{3600 \cdot 21,6} = 0,66, \text{ м}^3/\text{с}$$

Необхідний діаметр насадки гідромонітору ГСД-250, розрахуємо за формулою:

$$D = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{г.с}}}{\sqrt{H_{\text{мін}}}}}, \text{ м}, \quad (3.17)$$

де: $H_{\text{мін}}$ – мінімальний напір гідромонітору, м, $H_{\text{мін}} = 10$ м;

$$D = 0,55 \cdot \sqrt{\frac{0,66}{\sqrt{10}}} = 0,2498 \text{ м}$$

Необхідний діаметр насадки для забезпечення пропускної можливості води складає 250 мм, однак максимальна насадка гідромонітору ГСД-250 дорівнює 125 мм, тому для забезпечення необхідної продуктивності обираємо 2 гідромонітори з насадками 125 мм. Подальші розрахунки виконуємо для одного гідромонітору.

Необхідний напір біля насадки розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{д}}^0 = \frac{0,55^4 \cdot Q_{\text{г.с}}^2}{D^4}, \text{ м}, \quad (3.18)$$

$$H_{\text{д}}^0 = \frac{0,55^4 \cdot 0,33^2}{0,125^4} = 41 \text{ м}$$

Швидкість вильоту струменю води з насадки:

$$V_d = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_d^0}, \text{ м/с}, \quad (3.19)$$

де: φ – коефіцієнт швидкості, $\varphi = 0,94$;

g - прискорення вільного падіння, м/с^2 , $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

$$V_d = 0,94 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 41} = 26,6 \text{ м/с}$$

Теоретична дальність польоту струменю:

$$L_T = \frac{V_d^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}, \text{ м}, \quad (3.20)$$

де: α – максимальний кут підйому гідромонітору, град, $\alpha = 30^\circ$;

$$L_T = \frac{26,6^2 \cdot 0,866}{9,8} = 62,5 \text{ м}$$

Фактична дальність польоту струменю:

$$L_d = L_T \cdot k_{\text{роз}}, \text{ м}, \quad (3.21)$$

де: $k_{\text{роз}}$ – коефіцієнт розсіювання струменю, $k_{\text{роз}} = 0,9$;

$$L_d = 62,5 \cdot 0,9 = 56,25 \text{ м}$$

Мінімальна відстань розташування гідромонітору від вибою:

$$L_{\min} = H_y \cdot a_k, \text{ м}, \quad (3.22)$$

де: a_k – коефіцієнт зближення гідромонітору до вибоя, при дистанційному керуванні $a = 0,5$;

H_y – висота уступу, м. Гідромонітор розташовується на кровлі рудного тіла, а його вибій розташовується на розкривному уступі, тоді $H_y = 10 \text{ м}$.

$$L_{\min} = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ м}$$

Найбільша відстань гідромонітора від вибою складе:

$$L_{\max} = 0,25 H_d^0, \text{ м}, \quad (3.23)$$

$$L_{\max} = 0,25 \cdot 41 = 10,25 \text{ м}$$

Ширину вибою гідромонітора визначимо з виразу:

$$A = 2 \cdot \sqrt{L_{\max}^2 - (L_{\max} - H_y)^2}, \text{ м} \quad (3.24)$$

$$A = 2 \cdot \sqrt{10,25^2 - (10,25 - 10)^2} = 20,5 \text{ м}$$

За виконаними розрахунками будемо технологічну схему роботи комплексу гідромеханізації (рис. 3.7.).

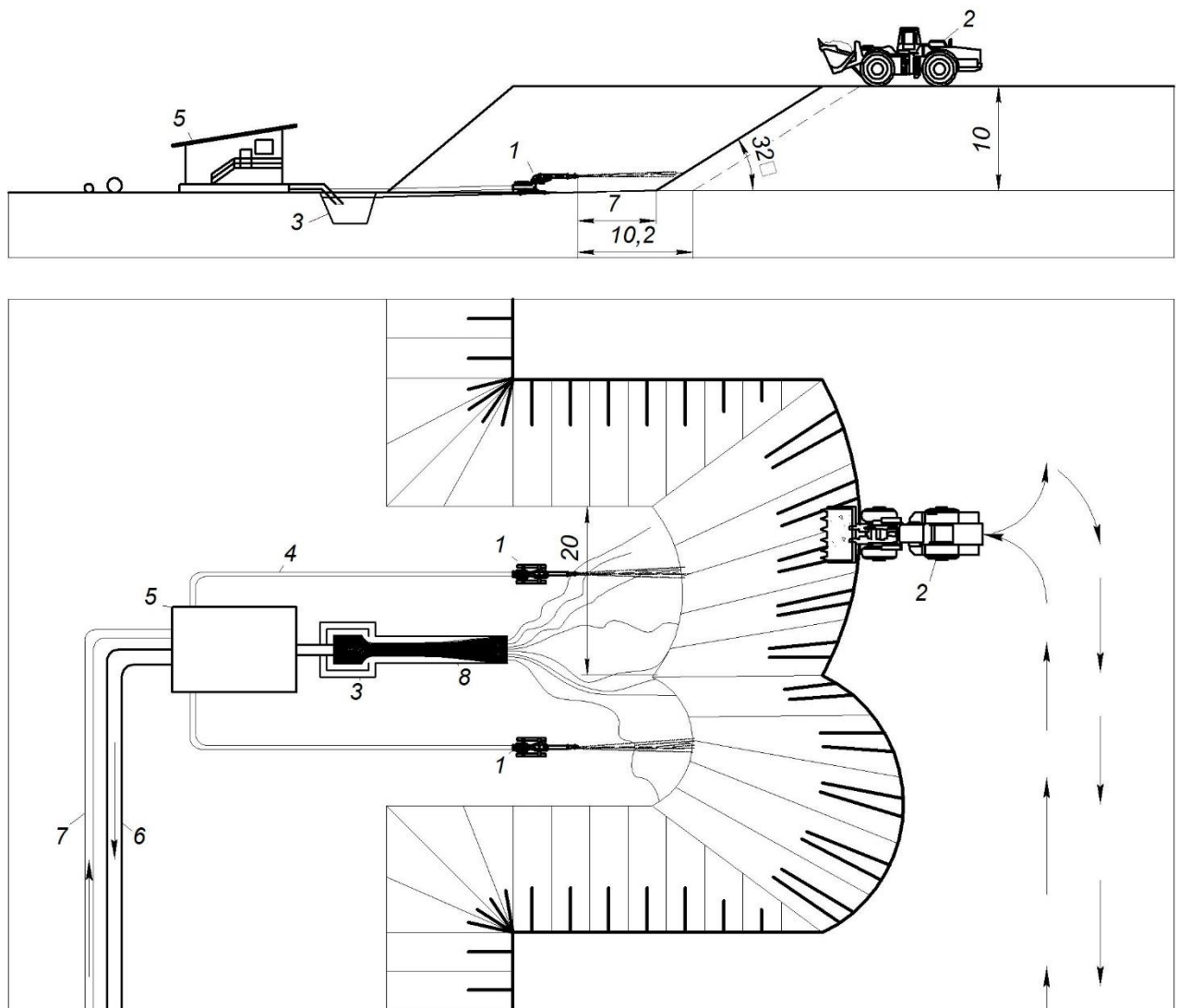


Рис.3.7. Технологічна схема роботи комплексу гідромеханізації.

- 1 – гідромонітор ГМД-250; 2 – колісний навантажувач Cat-992К;
 3 – зумпф; 4 – трубопровід системи водопостачання; 5 – насосна станція;
 6 – магістральний пульпопровід; 7 – водопровід напірний;
 8 – пульпо відвідна канава.

Визначимо годинну продуктивність одного гідромонітору ГСД-250 по руді:

$$Q_{\text{г.год}} = \frac{Q_{\text{г.с}} \cdot 3600}{q}, \text{ м}^3/\text{годну} \quad (3.25)$$

$$Q_{\text{г.год}} = \frac{0,33 \cdot 3600}{8,39} = 141 \text{ м}^3/\text{годну}$$

Розрахуємо годинну продуктивність для різного вмісту важких металів в рудному піску. Питомі витрати води будемо розраховувати за отриманою формулою (3.13). Результати розрахунків занесемо до таблиці 3.6

Таблиця 3.6

Продуктивність гідромонітору ГСД-250

Доля важких металів у рудному піску, %	Питомі витрати води, м ³ / м ³	Годинна продуктивність гідромонітору, м ³ /годну
3	7,58	156,83
4	7,83	151,80
5	8,08	147,08
6	8,33	142,65
7	8,58	138,48
8	8,83	134,54
9	9,08	130,82
10	9,33	127,30
11	9,58	123,97
12	9,83	120,81
13	10,09	117,80
14	10,34	114,94
15	10,59	112,21
16	10,84	109,61
17	11,09	107,13
18	11,34	104,76
19	11,59	102,49
20	11,84	100,32

З отриманих даних побудуємо графік залежності годинної продуктивності гідромонітору по руді від процентного вмісту важких металів в ній, $Q_{\text{г.год}} = f(m_{\text{в.м}}^{\text{д}})$ (рис 3.7)

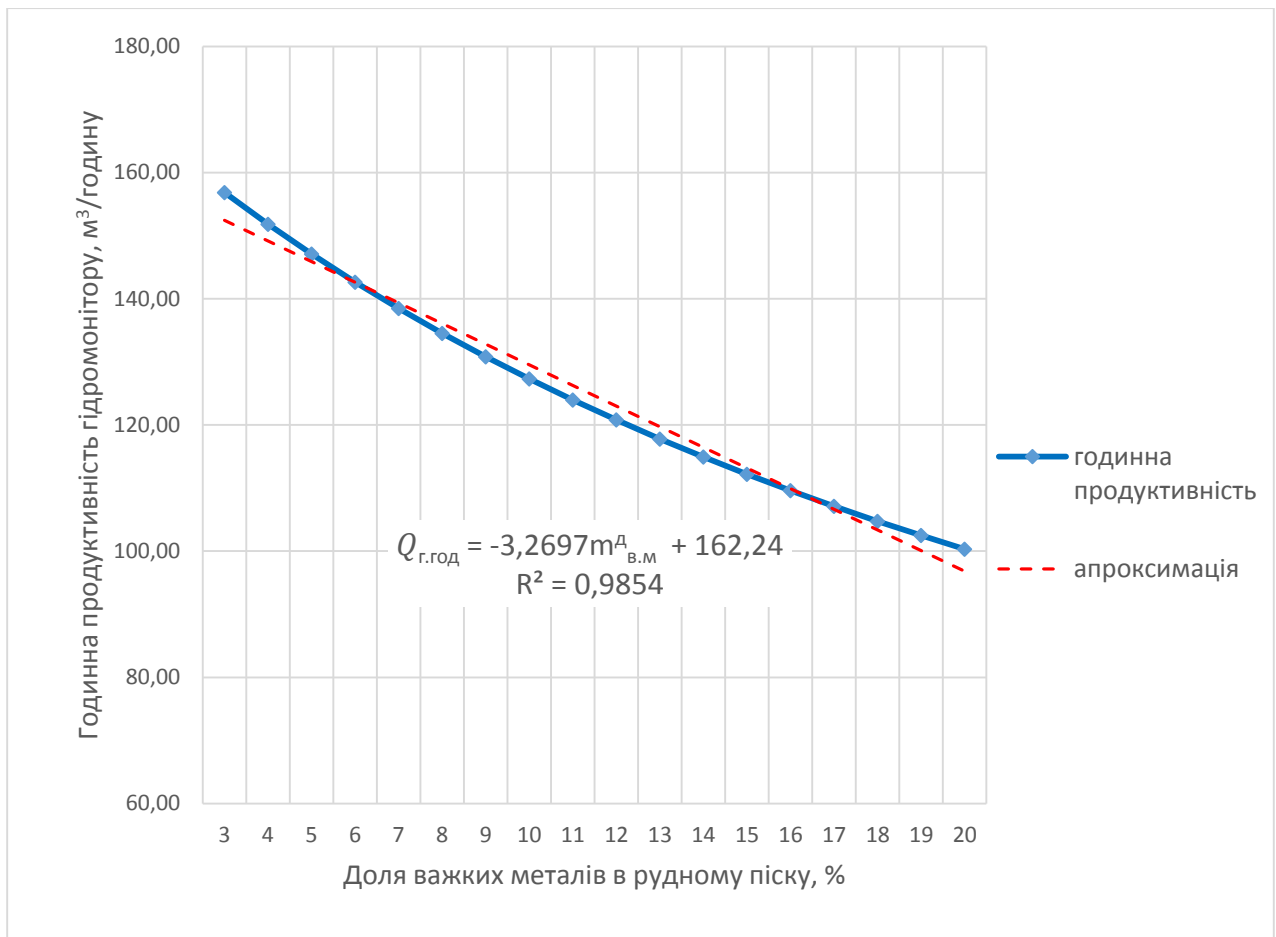


Рис.3.7 Графік залежності годинної продуктивності гідромонітору ГМД-250 від долі важких металів в рудному піску

Як бачимо з даних наведених на графіку (рис. 3.7) при збільшенні вмісту важких металів, продуктивність гідромонітору падає.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що найбільша продуктивність гідромонітору буде при 3 % вмісті важких металів в руді, однак такий для максимальної продуктивності збагачувальної фабрики необхідний вміст важких металів становить 5-7%, та продуктивність гідромонітору складає $Q_{г.год} = 147 \div 134 \text{ м}^3/\text{годину}$.

Завдяки апроксимації було отримано рівняння залежності годинної продуктивності від відсоткового вмісту важких металів в рудному піску:

$$Q_{г.год} = -3,2697 m_{в.м}^A + 162,24, \text{ м}^3/\text{годину} \quad (3.26)$$

Рівняння (3) з достатньою точністю описую наведену вище залежність, цьому свідчить коефіцієнт детермінації, який становить $R^2 = 0,985$, представляючи собою квадрат коефіцієнта кореляції між значеннями змінної $Q_{г.год}$ і значеннями $m^I_{В.М.}$.

Дане рівняння дає змогу оперативно визначати продуктивність гідромонітору, знаючи відсоткову частку важких металів.

Висновки

Провівши дослідження технологічних схем селективної розробки, можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізований та встановлений мінералогічний склад рудних пісків по всьому фронту видобувних горизонтів на ділянці «Північ». Видобувний фронт було поділено на 13 блоків. Для селективної виїмки.

2. Розраховані та запропоновані параметри селективної технології видобутку рудних пісків колісними навантажувачами.

3. Вперше встановлена залежність питомої витрати води на розмив 1 м^3 рудних пісків від їх питомої ваги. Це дало змогу стверджувати що при збільшенні питомої ваги пісків, збільшується витрати води.

4. Встановлена залежність годинної продуктивності гідромонітору від масової долі важких металів в рудному піску. Це дало змогу оперативно визначати продуктивність гідромонітору при розмиві пісків з різним мінералогічним складом.

5. Проведені дослідження селективної технології видобутку дозволяють при її застосуванні контролювати якість рудних пісків які транспортуються до збагачувальної фабрики.

РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ ОТРИМАНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ СЕЛЕКТИВНОГО ВИДОБУТКУ.

4.1. Економічна оцінка запропонованого способу видобутку

Для економічної оцінки селективної технології видобутку з застосуванням колісних навантажувачів, була розрахована собівартість видобутку 1 м³ рудного піску, яка склала 22,29 грн .

Собівартість видобутку при існуючій технології видобутку на ділянці «Північ» кар'єра №7 ВГМК становить 27,07 грн/ м³. Отже, впроваджувана технологія дозволить знизити собівартість видобутку 1м³ руди на 4,78 грн, і отримати додатковий прибуток:

$$\Pi = (27,07 - 22,29) \cdot 2200000 = 10,516 \text{ млн грн/рік,}$$

Однією із основних переваг запропонованої селективної технології видобутку, є можливість контролю та регулювання вмісту важких металів в руді, яка транспортується на збагачувальну фабрику. Тим самим ми зменшуємо можливість втрат корисних компонентів при збагаченні, так як збагачувальна фабрика виймає важкі метали концентрація яких не перевищує 7% від основної маси рудних пісків.

4.2. Розробка рекомендацій при застосуванні селективної технології видобутку для ВГМК

Для умов «Північної» ділянки кар'єру №7 Вільногірського ГМУ пропонується селективна технологія видобутку рудних пісків з застосуванням колісних навантажувачів Caterpillar 992K, як для видобутку так і для транспортування руди (рис. 4.1).

Запланована продуктивність ділянки «Північ» по видобутку рудного піску дорівнює 2200 тис. м³/рік. Для її забезпечення необхідно 5 навантажувачів Caterpillar 992K.

Робота навантажувачів передбачає розробку двома видобувними уступами з висотою по 5 м. Для роботи в блоках з довжиною до 55 м, пропонується схема роботи навантажувача з поперечними заходками, якщо довжина блоків більше 55 м, то застосовується схема з поздовжніми заходками. На одній заходці будуть працювати 2 навантажувачі, ширина заходки складе $A_{2min} = 22$ м.

Мінімальна ширина робочої площадки при роботі навантажувача поперечними заходками $Ш_{д.л.} = 55$ м, при роботі поздовжніми заходками $Ш_{д.л.} = 54$ м. Довжина блоків, що виймаються, приймається з врахуванням довжини блоків різного мінералогічного складу у пласті.

Базуючись на геолого-технологічну карту планується послідовність відпрацювання блоків з різним мінералогічним складом вздовж всього фронту робіт, для забезпечення середньо зваженого вмісту важких металів в руді 6%.

Для транспортування рудного піску, запропоновано використання комплексу гідромеханізаційного розмиву, з застосуванням двох гідромоніторів ГМД-250, з насадками 125 мм.

Комплекс гідромеханізації розташовується на кровлі рудного пласта, висота уступу в вибої гідромоніторів $H_y = 10$ м, загальна ширина заходки $A_{з.м.} = 40$ м.

Для планування і розрахунків продуктивності гідромоніторів пропонується використання формул отриманих в дослідженнях:

$$q = 0,24 \cdot m_{в.м.}^д + 6,62, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$Q_{г.год} = -3,2697 m_{в.м.}^д + 162,24, \text{ м}^3/\text{годину}$$

Вони дають можливість визначити питомі витрати води на розмив 1 м^3 рудного піску та продуктивність гідромоніторів по породі, від масової долі вмісту важких металів у руді.

При таких параметрах собівартість видобутку 1 м^3 рудного піску становитиме 22,28 грн.

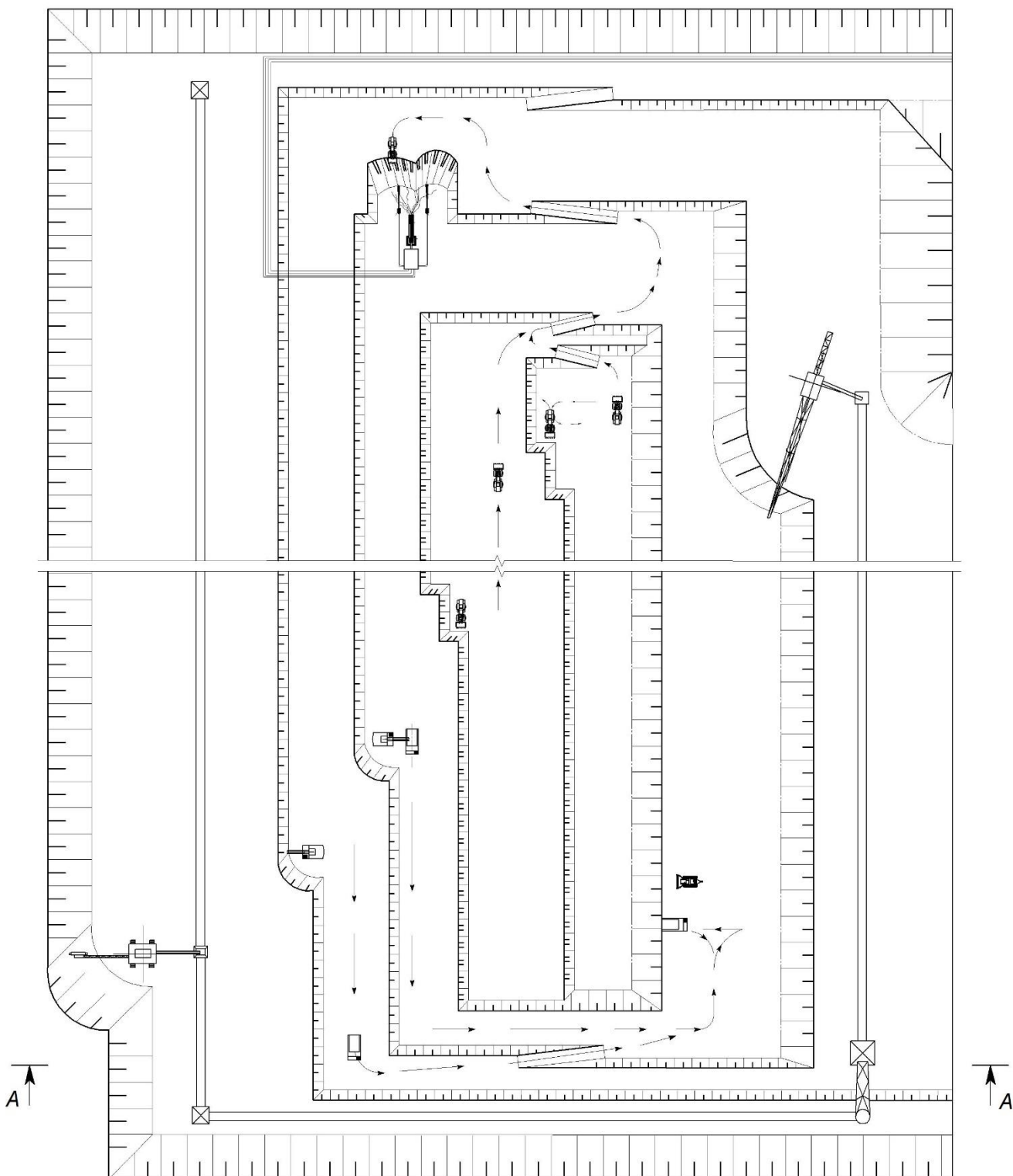
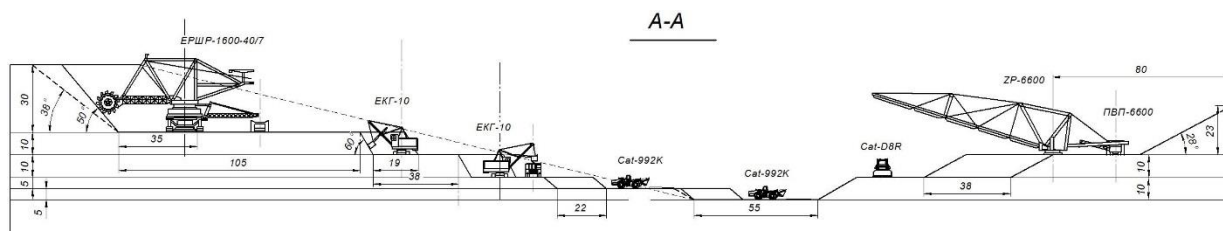


Рис. 4.1. Селективна технологія видобутку рудного піску на ділянці
«Північ» кар'єру №7 ВГМК

ВИСНОВКИ

Виконані дослідження дозволили вирішити поставлені задачі у повній мірі. Отримані наступні результати:

1. Встановлена можливість застосування в умовах Вільногірського ГМК селективної технології видобутку з використанням колісних навантажувачів Caterpillar 992K.

2. Розрахована собівартість видобутку 1 м³ рудного піску при селективній технології видобутку, вона склала 22,29 грн.

3. Проаналізований та встановлений мінералогічний склад рудних пісків по всьому фронту видобувних робіт на ділянці «Північ».

4. Вперше встановлена залежність питомої витрати води на розмив 1 м³ рудних пісків від їх питомої ваги. Це дало змогу стверджувати що при збільшенні питомої ваги пісків, збільшується витрати води.

5. Встановлена залежність годинної продуктивності гідромонітору від масової долі важких металів в рудному піску. Це дало змогу оперативно визначати продуктивність гідромонітору при розмиві пісків з різним мінералогічним складом.

6. Проведені дослідження селективної технології видобутку дозволяють при її застосуванні контролювати якість рудних пісків які транспортуються до збагачувальної фабрики.

7. Розроблені рекомендації що до використання селективної технології видобутку ВГМК.

8. Економічна ефективність від впровадження селективної технології із застосуванням колісних навантажувачів на ділянці «Північ» кар'єру №7 дозволить знизити собівартість видобутку рудних пісків в порівнянні з існуючою технологією видобутку на 17,7 %, а отже отримати додатковий прибуток в розмірі 10,56 млн грн. на рік.

Список літератури

1. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть I. / под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. – 535 с.
2. Собко Б.Ю., Совершенствование технологии открытой разработки разсыпных титано-циркониевых руд / - Национальный горный университет-Днепропетровск . -2008 – С-168.
- 3 Баранов Ю.Д., Обоснование технологических параметров частично-селективной разработки россыпных титано-циркониевых месторождений / Национальный горный университетДнепропетровск . - 2005 – С-224.
4. Новожилов М.Г. Качество рудного сырья черной металлургии / Ройзен Я.Ш., Эрперт А.М., – М.: Недра, 1977. – 575 с
5. Шорохов С.М. Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений. – М.: Недра, 1973. – 765 с
6. Собко Б.Ю., Встановлення залежності кута повороту від ширини заходки та висоти уступу, при розвантажуванні драглайну у автосамоскид» / Б.Ю. Собко, А.М. Маєвський, М.О. Чебанов Збірник наукових праць НГУ.- Дніпропетровськ.- РВК НГУ.- 2015.- № 49.-С.81-86
7. https://www.cat.com/ru_RU/products/new/equipment/wheel-loaders/large-wheel-loaders/18266766.html Техническая характеристика Caterpillar - 992К
8. <http://www.zem-mash.ru/gidromonitor.html> Исследования производительности гидромеханизации при разработке золотоносных песков.
10. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть II. / под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. – 518 с.
11. Рогатин Н. Н. Технология и механизация открытых горных работ. – М.: Недра, 1982. – 277 с.
12. Фиделев А. С. Основные расчеты при открытой разработке нерудных строительных материалов. – М.: Госстройиздат, 1960. – 172 с.

Таблиця 1

Фонд заробітної плати по ділянці (варіант 1)

Мі- сце і назва робіт	Професія, посада	Чисельність					Розці- нки, та- рифні ставки, оклади , грн/чел	Місяч- ний фонд прямої з/пл, грн.	Доплати					Загаль- ний фонд осн. з/пл за місяць, грн.
		К _{сс}	1см	2см	За сут.	За спи- ском			За ро- боту в нічний час (40%)	Премія		Інше (10%)	Фонд доплат, грн	
										%	Сума, грн			
Ви- добу- вна діля- нка	Машиніст екс- катору	1,30	1	1	2	3	5000	15000	6000	40	6000	1500	13500	28500
	Помічник ма- шиністу екска- ватора	1,30	1	1	2	3	3500	10500	4200	40	4200	1050	9450	19950
	Водій БелАЗа	1,30	3	3	6	8	4700	37600	15040	40	15040	3760	33840	71440
	ВСЬОГО		5	5	10	14		63100	25240	40	25240	6310	56790	119890

Таблиця 2

Балансова вартість устаткування й амортизаційні
відрахування (варіант 1)

Найменування обладнання	Кіль- кість	Ціна одиниці, тис. грн	Загальна балансова вартість, тис. грн	Сума амортиз. Відчислень, тис. грн	
				За рік	За місяць
ЕШ-10/50	1	240000	240000	9600	800
БелАЗ-7548	3	2500	7500	500	42
ВСЬОГО			247500	10100	842
Комплектуючі обладнання (30%)			74250	3030	253
Разом з комплектуючими			321750	13130	1094
Запасні частини (2%)			6435	263	22
Разом з запчастинами			328185	13393	1116
НДС (20%)			65637	2679	223
Разом з НДС			393822	16071	1339
Транспортні витрати (8%)			31506	1286	107
Складські витрати (1,2%)			4726	193	16
Монтаж (6%)			23629	964	80
Всього			453683	18514	1543
Невраховане обладнання (5%)			22684	926	77
Разом			476367	19440	1620

Таблиця 3

Потреба і вартість допоміжних матеріалів (варіант 1)

Вид матеріалу	Од. ви-міру	Об'єм робіт, тис. м ³	Норма витрат на 1000, м ³	Заплановані витрати	Ціна од. грн/кг	Загальна вартість, грн.
Зуб'я ківшу	шт	2200	5	11000	100	1100000
Керосин техн.	кг	2200	0,15	330	20	6600
Масло індустріальне.	кг ³	2200	0,1	220	58,5	12870
Масло циліндрове	л	2200	0,1	220	66,47	14623,4
Масло компресорне	л	2200	0,1	220	55	12100
Графітне мастило	кг	2200	0,25	550	54	29700
Обтиральні матеріали	кг	2200	0,1	220	12	2640
Керосин тракторний	л	2200	5	11000	100	1100000
Всього						1178533
Інші матеріали разового використання 1,5%						17678
Матеріали довгого використання 5%						58927
Невраховані матеріали 2,5%						29463
Всього						1284601

Таблиця 4

Витрати на паливе (варіант 1)

Обладнання	Кількість	Середня витрати палива, л/год	Загальні витрати палива, л/рік	Вартість 1 л палива, грн	Витрати на паливо, тис. грн/рік
БелАЗ-7548	3	37	959040	24	23017
Всього					23017
Невраховані витрати (15% от врахованих)					3453
Разом					26470

Таблиця 5

Витрати на електроенергію (варіант 1)

Споживачі електроенергії	Кількість	Встановлена потужність двигуна, кВт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коэф. завантаж..	Споживаєма потужність	Число годин роботи на добу	Витрати електроенергії, кВт ч		ККД	Всього з урахуванням втрат, кВт ч/мес.	Тариф за 1 кВт годин, грн.	Вартість електроенергії, грн
							За добу	За міс				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЕШ-1050	1	1250	1250	0,57	712,5	24	17100	513000	0,82	420660	1,8	757188
ВСЬОГО												757188
Невраховані витрати (15% от врахованих)												113578
Разом												870766

Таблиця 6

Фонд заробітної плати по дільниці (варіант 2)

Місце і на- зва робіт	Професія, посада	Чисельність					Розцінки, тарифні ставки, оклади , грн/чел	Місячний фонд пря- мої з/пл, грн.	Доплати					Загаль- ний фонд осн. з/пл за місяць, грн.
		К _{сс}	1см	2см	За сут.	За спи- ском			За ро- боту в нічний час (40%)	Премія		Інше (10%)	Фонд до- плат, грн	
										%	Сума, грн			
Видо- будна діля- нка	Машиніст навантажу- вача	1,3	5	5	10	13	4500	58500	23400	40	23400	5850	52650	111150
	Всього		5	5	10	13		58500	23400	40	23400	5850	52650	111150

Таблиця 7

Балансова вартість устаткування й амортизаційні
відрахування (варіант 2)

Найменування обладнання	Кількість	Ціна одиниці, тис. грн	Загальна балансова вартість, тис. грн	Сума амортиз. Відчислень, тис. грн	
				За рік	За місяць
Навантажувач	5	24000	120000	8000	667
Всього			120000	8000	667
Комплектуючі обладнання (30%)			54000	3600	36000
Разом з комплектуючими			234000	15600	156000
Запасні частини (2%)			4680	312	3120
Разом з запчастинами			238680	15912	159120
НДС (20%)			47736	3182	31824
Разом з НДС			286416	19094	190944
Транспортні витрати (8%)			22913	1528	15276
Складські витрати (1,2%)			3437	229	2291
Монтаж (6%)			17185	1146	11457
Всього			329951	21997	219967
Невраховане обладнання (5%)			16498	1100	10998
Разом			346449	23097	230966

Таблиця 8

Потреба і вартість допоміжних матеріалів (варіант 2)

Вид матеріалу	Од. ви- міру	Об'єм робіт, тис. м ³	Норма витрат на 1000, м ³	Запла- новані витрати	Ціна од. грн/кг	Загальна вартість, грн.
Зуб'я ківшу	од	2200	4	8800	100	880000
Керосин техн.	кг	2200	0,15	330	20	6600
Масло індустріальне.	кг ³	2200	0,1	220	58,5	12870
Масло циліндрове	л	2200	0,1	220	66,47	14623,4
Масло компресорне	л	2200	0,1	220	55	12100
Графітне мастило	кг	2200	0,25	550	54	29700
Обтиральні матері- али	кг	2200	0,1	220	12	2640
Всього						966453,4
Інші матеріали разового використання 1,5%						14497
Матеріали довгого використання 5%						48323
Невраховані матеріали 2,5%						24161
Всього						1053434

Таблиця 9

Витрати на пальне (варіант 2)

Обладнання	Кіль- кість	Середня витрати палива, л/год	Загальні витрати палива, л/рік	Вартість 1 л па- лива, грн	Витрати на па- ливо, тис. грн/рік
Навантажувач	5	30,5	1116300	24	26791,2
Всього					26791,2
Невраховані витрати (15% от врахованих)					4018,68
Разом					30809,88

Додаток Б

Відгук

на дипломну роботу на тему: «Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах кар'єрів ВГМК» студента гр. 184м-18з-8 Стюпіної Олени Юрисівни.

Тема безумовно актуальна, в зв'язку з тим, що впровадження селективної технології видобутку зменшить втрати корисного компоненту при збагаченні, знизить витрати на розробку родовища.

Мета проекту: обґрунтувати параметри селективної технології видобутку рудних пісків, з застосуванням колісних навантажувачів, для контролю якості рудних пісків та підвищення продуктивності гідромоніторів..

В роботі автор на основі вивчення літературних джерел, досвіду роботи кар'єрів сформулював тему роботи, об'єкт і предмет досліджень, основні завдання роботи.

Це дозволило обґрунтувати селективну технологію видобутку рудних пісків на ділянці «Північ» кар'єру №7 ВГМК, та встановити її параметри.

Як зауваження слід відмітити, що бажано було б розглянути послідовність відпрацювання блоків з різним мінералогічним складом.

Практична цінність роботи полягає в розробці можливості контролю та регулювання вісту важких металів в руді, яка транспортується на збагачувальну фабрику, тим самим зменшуючи можливість втрат корисних компонентів при збагаченні. Та в розробці рекомендацій, що до параметрів технологічної схеми селективного видобутку рудних пісків для умов ділянки «Північ» кар'єру №7 ВГМК. Задачі які вирішені відповідають ОПП спеціальності 8.184 «Гірництво».

Оцінка – добре.

Керівник

Г.Д. Пчолкін

ЗОВНІШНЯ РІЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу студентки групи 184м-8з-8

Стьопіної Олени Юрисівни

на тему : «Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах

Вільногірськог ГМК»

Актуальність теми дослідження обумовлена складними умовами залягання рудного шару, та нерівномірним мінералогічним складом рудних пісків.

Дослідження полягають в обґрунтуванні параметрів селективної технології видобутку рудних пісків, із застосуванням колісних навантажувачів, для регулювання вмісту важких металів в рудних пісках, що дозволяє підвищити продуктивність гідромеханізаційного комплексу.

Обґрунтовано можливість застосування колісних навантажувачів в умовах ділянки «Північ» кар'єру №7 ВГМК. Розроблені рекомендації для застосування селективної технології видобутку рудних пісків з врахуванням мінералогічного складу рудного тіла. Встановлена залежність питомої втрати води на розмив 1 м³ рудного піску, від його об'ємної маси. Встановлена залежність годинної продуктивності гідромонітору від масової долі важких металів рудному піску.

В результаті досліджень і впровадження селективної технології видобутку, з'являється можливість знизити собівартість видобутку на 17,6 %, та знизити втрати корисного компоненту при збагаченні, за рахунок регулювання якістю рудних пісків які подаються на збагачувальну фабрику.

Результати отримані в ході виконання магістерської роботи, достатньо аргументовані. При виконанні досліджень використані сучасні комп'ютерні технології.

Робота написана технічно грамотно, тема повністю розкрита. Магістерська робота *Стьопіної О.Ю.* виконана на високому рівні і може бути допущена до захисту.